Regione autonoma Friuli - Venezia Giulia
Direzione Regionale delle Foreste
Servizio della Selvicoltura

guida ai suoli forestali della regione Friuli-Venezia Giulia

a cura di

Elena Abramo

Giuseppe Michelutti

UDINE 1998

La presente pubblicazione è stata realizzata dalla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia - Direzione regionale delle foreste - Servizio della selvicoltura e costituisce un'estensione dello studio finanziato dall'Unione Europea sul programma "Inventario sullo stato dei suoli forestali della regione Friuli-Venezia Giulia" commissionato all'E.R.SA. - Servizio Sperimentazione Agraria di Pozzuolo del Friuli (UD).
Si tratta di un lavoro di approfondimento realizzato nell'ambito di una convenzione stipulata con la dott.ssa Elena Abramo che si è avvalsa della consulenza del dott. Giuseppe Michelutti dell'ERSA e dei contributi bibliografici raccolti con la pubblicazione "La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia" della quale rappresenta un indispensabile completamento.

Coordinamento scientifico:
Pietro Luigi Bortoli, Direzione regionale delle foreste

Autori:
Elena Abramo, dottore forestale, libero professionista (Tavagnacco -UD).
Giuseppe Michelutti, dottore agronomo, Servizio della sperimentazione agraria dell'ERSA.

E. Abramo ha curato la stesura dei capitoli 1, 4, 5, 6, delle tavole e delle appendici, mentre **G. Michelutti** ha predisposto i capitoli 2 e 3 rivedendo criticamente anche gli altri capitoli.

La base cartografica è stata curata da **Emanuele Moro**, Servizio della selvicoltura, Direzione regionale delle foreste.

Le foto presenti nel volume appartengono agli autori del testo, alla Direzione regionale delle foreste e all'ERSA. Le foto a pagg. 54, 56, 57, 59, 61, 64, 65, 66, 67 in alto, 68, 69, 70, 75, 77, 79, 90, 95, 100, 103, 105, 110, 140, 147, 159 in alto sono di **Dario Di Gallo,** dell'Azienda dei parchi e delle foreste regionali.

Stampa: Arti Grafiche Friulane (Tavagnacco, Udine) - 1998.

Direzione regionale delle foreste - P.zza Belloni, 14 - I 33100 UDINE

Presentazione

Fra gli obiettivi prioritari della politica forestale della Regione Friuli-Venezia Giulia vi è quello di tendere a considerare il bosco come un sistema, ovvero un insieme di elementi biotici, abiotici e merobiotici, che deve essere valorizzato integrandosi con le esigenze umane e salvaguardato così da poter essere trasmesso nella sua massima funzionalità alle future generazioni.

Fra le componenti di questo sistema il suolo forestale svolge un ruolo determinante essendo il naturale supporto alla vegetazione. Da ciò nasce l'opportunità di pubblicare, affianco allo studio sulla vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia, una Guida ai suoli forestali con lo scopo di ampliare anche verso questa componente le conoscenze dei tecnici forestali chiamati ad operare in questo complesso e delicato ecosistema.

Con questa pubblicazione si viene così a colmare un vuoto particolarmente sentito in campo forestale: mancava infatti un manuale aggiornato per una lettura in chiave moderna della gerarchia dei suoli forestali della nostra regione ed idoneo ad interpretare il dinamismo dei suoli e le correlazioni tra vegetazione e pedologia.

Si può finalmente affermare di aver completato lo studio sulle "tipologie forestali", culminato con la pregevole ed interessante pubblicazione dal titolo "La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia", con un lavoro altrettanto indispensabile per la crescita culturale e professionale del forestale-pedologo.

Udine, febbraio 1998

dott. Giorgio Mattassi
Assessore regionale alle Foreste

Premessa

Nel corso dello studio sulle "tipologie forestali", conclusosi con la pubblicazione de "La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia", è più volte emersa l'importanza diagnostica del suolo come chiave per l'interpretazione di alcune realtà forestali.

I diversi tipi forestali sono condizionati, a volte in maniera determinante, dal suolo forestale il cui grado di maturazione viene a sua volta influenzato dal substrato litologico e dalla vegetazione. Nel contempo l'evoluzione del suolo forestale è responsabile del processo dinamico di cambiamento dell'assetto fisionomico-vegetazionale verso formazioni forestali più avanzate ed in equilibrio con le condizioni ecologiche locali. È questa un'acquisizione che già da lungo tempo fa parte del bagaglio culturale del tecnico forestale, ma che assume una nuova connotazione e un maggiore spessore anche a seguito del recente sviluppo degli studi in questo settore.

L'ampia trattazione degli argomenti nel lavoro sulla vegetazione forestale e sulla selvicoltura nella Regione non permetteva però di approfondire queste interessanti tematiche. È parso allora opportuno dedicare all'argomento uno specifico contributo, che avesse anche lo scopo di avvicinare i tecnici forestali alla Legenda FAO, ancora poco nota, e che consentisse di evidenziare alcune relazioni del complesso sistema substrato-suolo-vegetazione forestale.

La Direzione regionale delle foreste si augura che questo lavoro possa contribuire ad ampliare le conoscenze dei tecnici forestali, oggi più che mai chiamati a suffragare le scelte gestionali mediante una valutazione attenta delle molteplici componenti dell'ecosistema forestale.

Udine, febbraio 1998

dott. Pietro Luigi Bortoli
Direttore regionale delle Foreste

Indice

4. Paesaggi e suoli in Friuli-Venezia Giulia ------------------------ pag. 49

5. I suoli forestali nel Friuli-Venezia Giulia ------------------------ pag. 81

1. Introduzione

Leggendo le prime edizioni di alcuni Piani Economici redatti in passato si può osservare che, nella relazione generale, i capitoli dedicati alla pedologia assumevano una notevole rilevanza. Spesso, infatti, lo studio dei suoli assieme a quelli sulla fisionomia e sulla consistenza del bosco costituivano le basi per la successiva zonizzazione del territorio. Il forestale non era solo un mero "tecnico del soprassuolo", ma un "ecologo" capace di cogliere i punti di forza e le vulnerabilità del bosco, non solo misurando altezze e incrementi, ma manifestando una profonda sensibilità per l'ambiente fisico valutato nell'insieme dei suoi elementi: clima, roccia, suolo, vegetazione erbacea, vegetazione arborea, ecc.

Nell'ultimo trentennio gli studiosi di pedologia e soprattutto quelli di chimica del suolo hanno fatto notevoli progressi nella ricerca, grazie anche alle sempre migliori tecnologie di cui si sono progressivamente dotati. Per contro, questo ha portato a un'esasperata specializzazione con limitata ricaduta nelle possibili applicazioni pratiche nel settore forestale. Si è avuto così un progressivo distacco fra Scienza e applicazione e i tecnici forestali sono spesso rimasti ancorati alla passata tradizione.

Di recente sono comparsi alcuni studi (MICHELUTTI e GOTTARDO, 1997; MONDINO e altri, 1997; DISSEGNA e altri, 1997; ZANELLA e altri, 1997; DI BONA, 1993) che hanno ridestato un interesse per le possibili applicazioni della pedologia come una delle chiavi essenziali per la lettura dei sistemi forestali, argomento quest'ultimo che in futuro avrà più rilevanza dello stesso calcolo della ripresa.

Coscienti dell'importanza di questa nuova apertura si è ritenuto opportuno predisporre questo manuale per cercare di fornire ai tecnici forestali, in modo decisamente pragmatico, alcune informazioni sulla Legenda dei suoli prevista dalla FAO (FAO-UNESCO, 1990), che oggi trova sempre più impiego negli aspetti applicativi.

Il pragmatismo che permea questo lavoro appare evidente, ad esempio, nella trattazione dei paesaggi come approccio agli ambienti pedologici,

scelta che contraddistingue fin dall'inizio questo lavoro da quelli propri di pedologia che certamente non si ha la pretesa di emulare.

I recenti studi di tipologia forestale condotti nella regione Friuli-Venezia Giulia (DEL FAVERO e altri, 1998), che hanno utilizzato anche il suolo nell'interpretazione del complesso della vegetazione forestale di un certo ambiente, hanno consentito poi di affrontare, con un taglio spiccatamente applicativo, alcuni aspetti dell'importante tema delle relazioni fra suolo e vegetazione.

Nella parte finale sono riportate alcune appendici, di cui l'ultima relativa ai lineamenti litologici della Regione, è ripresa dal testo: *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia* (DEL FAVERO e altri. l.c.) a completamento del lavoro.

Infine, per facilitare la lettura del testo, si è preferito rimandare la spiegazione dei termini tecnici o della simbologia a un glossario (PREVITALI, 1994) riportato in calce.

2. Concetti generali sul suolo

In passato il concetto di "suolo" era alquanto generico e solo negli ultimi decenni diversi studiosi della Scienza del suolo hanno dato delle definizioni più complete.

Le definizioni che seguono mostrano come si è andato evolvendo nel tempo il concetto di suolo.

Il suolo è il prodotto dell'alterazione che corrode la crosta solida del nostro pianeta, distruggendo un po' alla volta la sua massa compatta (FALLOU, 1857).

Il suolo è costituito dagli strati più superficiali delle rocce che si sono trasformati per via naturale sotto l'azione dell'acqua, dell'aria e degli organismi vivi e morti (DOKUCHAEV, 1886).

Il suolo è il prodotto dell'alterazione delle rocce e della decomposizione delle piante (LANG, 1920).

Il suolo è la superficie solida della crosta terrestre, che si trova a contatto con l'atmosfera e che subisce, di conseguenza, apprezzabili modificazioni d'ordine fisico, chimico e biologico (COMEL, 1937).

Il suolo è un "ambiente complesso", caratterizzato da un'atmosfera interna, una economia dell'acqua particolare, una flora e una fauna determinata, e da elementi minerali. Ma il suolo è anche un ambiente dinamico poiché le sue proprietà sono state acquisite progressivamente, sotto l'azione combinata dei fattori pedogenetici: esso prende origine e si evolve; la roccia madre si altera, sotto l'influenza del clima e della vegetazione; il fattore biotico produce una materia organica, o humus, di proprietà ben determinate che si incorpora al suolo; infine, dei legami più o meno intimi si istituiscono tra i minerali d'alterazione provenienti dalla roccia e l'humus prodotto dalla biosfera: allorché l'evoluzione è terminata dando origine ad un ambiente stabile, questi complessi organo-minerali, aventi proprietà fisiche, chimiche e biologiche ben definite, conferiscono al suolo un'individualità propria (DUCHAUFOUR, 1965; DUCHAUFOUR e SOUCHIER 1983).

Il suolo rappresenta l'insieme dei corpi naturali esistenti sulla superficie terrestre, in luoghi modificati ed anche fatti dall'uomo con materiali terrosi, contenente materia vivente e che sostiene o è capace di sostenere le piante. Il suo limite superiore è rappresentato dall'aria e dall'acqua poco profonda. Ai suoi margini esso passa gradatamente alle acque profonde o alle aree sterili costituite da roccia o da ghiaccio. Il limite inferiore è normalmente quello dell'attività biologica che generalmente coincide con la comune profondità delle radici delle piante spontanee perenni (SOIL SURVEY STAFF, 1975).

Il suolo è un materiale presente sulla superficie della terra che sostiene la copertura vegetale dalla quale gli animali compreso l'uomo dipendono. Si è formato nel tempo per azione del clima e degli organismi viventi sui substrati geologici. I suoli differiscono nell'ambito di un determinato paesaggio secondo le variazioni di questi quattro fattori di formazione del suolo e in relazione alla morfologia del paesaggio, che rappresenta il quinto fattore di formazione del suolo (MC RAE, 1991).

La pedologia è la branca della scienza del suolo che studia i processi di formazione del suolo e le diverse tipologie di suoli che essi producono, assieme alla classificazione ed alla cartografia del suolo. Il pedologo che vuole comprendere appieno i suoli deve avere conoscenze di materie quali la geologia, la geomorfologia, la climatologia, l'agricoltura, la selvicoltura ed avere buone basi di chimica, fisica e biologia. Quanto appena detto evidenzia che per "fare" pedologia oggi è necessario poter contare su un gruppo di lavoro interdisciplinare.

La struttura della pedosfera, costituita da un continuum di corpi pedologici tridimensionali, rende molto difficoltosa la ripartizione geografica fra le diverse tipologie pedologiche e la rappresentazione di tale suddivisione in un modello cartografico. L'individuazione delle diverse tipologie si basa innanzitutto sullo studio, mediante apertura di apposite buche o trincee, dell'anisotropia verticale pedogenetica, risultato della profondità dell'azione in posto dei fattori e processi di formazione del suolo: la sequenza verticale dei differenti strati in un suolo naturale rappresenta il sistema di "orizzonti pedogenetici", componenti il cosiddetto "profilo pedogenetico" (RASIO e VIANELLO, 1995).

Essendo la pedosfera costituita da un continuum di suoli occorre definire una unità elementare di studio. Tale unità è costituita dal "pedon" che rappresenta il volume più piccolo di una determinata tipologia di suolo, che nel contempo è sufficientemente grande per rappresentare la natura e la localizzazione dei caratteri del suolo che si va a studiare, descrivere e campionare.

Quindi, lo studio della copertura pedologica viene effettuato su un insieme di piccoli volumi elementari, i pedons. Ciò comporta che anche nei rilevamenti di "dettaglio" viene studiata un'esigua porzione di territorio. Questo limite deve essere compensato con un approfondito studio del paesaggio, che consenta di capire e conoscere le cause e i fenomeni che hanno portato alla formazione e alla evoluzione dei diversi suoli. Tramite questa indagine ambientale vengono analizzate le cartografie e la bibliografia storica, l'idrografia, l'altimetria, la geomorfologia, la copertura vegetale, utilizzando anche le fotografie aeree e il rilevamento di campagna.

La sezione verticale attraverso il pedon rappresenta il profilo del suolo. La parte del profilo, al di sopra del substrato geologico, in cui risultano attivi i processi pedogenetici e confinate le radici delle piante e la vita animale, viene definita solum.

Se il pedon è l'unità elementare nello studio del suolo, l'orizzonte è l'unità elementare di organizzazione verticale del suolo ed è in relazione ad esso che avviene lo studio, la descrizione ed il campionamento del pedon; ne consegue che il concetto di orizzonte risulta di grande utilità.

Le tassonomie pedologiche più comunemente utilizzate basano gran parte delle loro fondamenta su specifiche combinazioni di orizzonti, rilevabili in pedon tipici o rappresentativi. Essendo gli orizzonti una chiave per molti aspetti della pedologia, sono stati istituiti nel tempo dei codici, le "designazioni", aventi la funzione di identificare e classificare un "orizzonte genetico"; esse sono costituite da una combinazione di lettere e numeri. Le designazioni esprimono un giudizio qualitativo circa la tipologia delle trasformazioni che si ritiene abbiano avuto luogo a carico del materiale parentale. Un orizzonte del suolo avente un gruppo di proprietà quantitativamente definite caratterizza un "orizzonte diagnostico", che viene utilizzato per identificare unità tassonomiche nell'ambito di un sistema di classificazione.

Pertanto gli orizzonti genetici non sono equivalenti agli orizzonti diagnostici; le trasformazioni pedogenetiche implicite nella designazione degli orizzonti pedogenetici possono essere non abbastanza marcate da giustificare il riconoscimento di un orizzonte diagnostico. Inoltre gli orizzonti diagnostici possono non avere la medesima estensione, laterale e verticale, degli orizzonti genetici (RASIO e VIANELLO, l. c.).

3. La classificazione del suolo

3.1 Scopi delle classificazioni

La definizione di sistemi classificatori dei suoli incontra notevoli difficoltà per il fatto che i suoli non costituiscono delle entità esattamente definibili, come invece avviene per gli animali e le piante. Il risultato è che i suoli sono numerosissimi, tanto che in natura non esistono due suoli identici.

Lo scopo delle classificazioni è quello di organizzare i tipi di suoli secondo dei criteri, generalmente genetici, che tengano conto dei processi evolutivi avvenuti nel suolo, e di criteri funzionali che consentano di effettuare delle valutazioni applicative inerenti alle attitudini specifiche, alla vulnerabilità, alla fertilità ecc.

Nelle classificazioni moderne sono stati gerarchizzati i criteri tassonomici in modo tale da riservare ai taxa superiori la distinzione secondo i caratteri genetici, ed a quelli inferiori i caratteri funzionali d'interesse pratico.

Obiettivi della classificazione dei suoli sono:

- raggruppare i grandi tipi di suoli mondiali, in funzione della loro genesi e delle loro proprietà fondamentali, al fine di fornire un quadro che serva di base alla scienza pedologica;
- fornire uno strumento comodo per i cartografi;
- classare i suoli, secondo le loro caratteristiche funzionali, per la produzione di carte a grande scala utilizzabili per fini pratici;
- permettere il trasferimento delle informazioni sui suoli.

Una classificazione gerarchizzata assume una forma piramidale: le unità tassonomiche superiori, poco numerose, formano la sommità, mentre le unità inferiori formano la base. In questo capitolo non verranno trattati i problemi delle unità inferiori (serie).

3.2 Evoluzione dei concetti in materia di classificazione dei suoli

I primi pedologi, sotto l'influenza della Scuola russa (Dokuchaev, Sibirceff ed altri), hanno preso in considerazione prioritariamente l'ambiente ed in particolare il fattore clima. Essi fissarono il concetto che la formazione del suolo è intimamente legata alle condizioni climatiche dell'ambiente, di modo che, anche nel supposto che la crosta terrestre fosse costituita da un unico tipo litologico, i suoli che ne derivano devono differire da una regione all'altra; e che, d'altra parte, in una stessa regione il terreno presenta una relativa uniformità di caratteri indipendentemente dalla natura del substrato su cui si è sviluppato.

Questi concetti vennero esaminati ed accettati oltre che in Russia anche in Germania, in Romania, in Ungheria, mentre trovarono una certa opposizione negli altri Paesi dell'Europa, specie in quelli a rilievo montuoso o accidentato in cui l'influenza del clima sulla pedogenesi appare sviata dall'influenza del fattore litologico e dove l'asportazione continua del materiale di disfacimento determina l'affioramento costante di roccia madre e genera terreni alloctoni.

I suoli sono stati così classificati in tre grandi gruppi: suoli "zonali", che dipendono essenzialmente dai fattori climatici e dalla vegetazione climatica; suoli "intrazonali", la cui evoluzione è legata a particolari condizioni locali di clima, morfologia o litologia; suoli "azonali", scarsamente evoluti.

A questi criteri classificatori si è rifatto il PRINCIPI (1953) nella sua proposta di classificazione che sino ad un recente passato è stata punto di riferimento in Italia.

In una fase più recente della storia delle classificazioni dei suoli i caratteri intrinseci dei suoli sono stati usati come criteri tassonomici, ma non per questo sono stati persi di vista i fattori che presiedono alla pedogenesi; le proprietà diagnostiche selezionate sono il frutto della formazione ed evoluzione del suolo: le basi restano dunque di tipo genetico.

Nelle classificazioni moderne viene considerato diagnostico l'ultimo termine del trinomio: ambiente - processi - caratteri (SCHELLING, 1970).

3.3 I principi delle classificazioni moderne: analogie e differenze

Pur non esistendo un'unica classificazione sistematica internazionale, i

punti d'incontro tra le moderne tassonomie sono rilevanti, specialmente ai livelli gerarchici superiori. Le principali classificazioni, attualmente esistenti, sono quella russa, quella dell'Europa occidentale, quelle USDA e FAO. Le loro grandi differenze sono solo apparenti, in quanto tutte si basano sugli stessi principi fondamentali.

La classificazione russa ha conservato il suo quadro ecologico primitivo: le classi mantengono una definizione zonale anche se i processi evolutivi sono comuni ad areali più ampi, all'interno delle classi zonali si distinguono suoli la cui evoluzione è condizionata dal substrato o dall'idromorfia. I processi evolutivi tuttavia sono presi in considerazione per definire le unità inferiori.

Le classificazioni dell'Europa occidentale (tedesca, inglese e francese) considerano che la scelta e la gerarchizzazione dei caratteri utilizzati ai differenti livelli non possono essere separati dallo studio dei processi e dell'ambiente. Il trinomio (ambiente-processi-caratteri) deve essere considerato simultaneamente, ciò consente di mettere in luce la parentela genetica dei diversi taxa.

La classificazione dell'USDA (SOIL SURVEY STAFF, l. c.) e della FAO-UNESCO (FAO UNESCO, l. c.) è il sistema più diffuso e si basa prevalentemente sia sui caratteri dei suoli che sui processi di cui sono il frutto. La base quindi non è propriamente genetica-ambientale, ma è la presenza, l'assenza o la combinazione degli orizzonti e delle proprietà diagnostiche, che permettono di assegnare un suolo ad un determinato livello tassonomico.

Nel 1990 l'Association Francaise pour l'Etude du Sol ha presentato un lavoro che consentirà di sostituire l'attuale classificazione francese (DUCHAUFOUR, 1965); il nuovo sistema classificatore denominato "Référentiel Pédologique" mantiene fede alla impostazione morfogenetica francese, differenziandosi in particolare per una impostazione della classificazione non gerarchizzata.

Attualmente i pedologi europei stanno lavorando ad una revisione della classificazione FAO, che al momento è denominata "World Reference Base for Soil Resources" (WRB).

La classificazione FAO-Unesco è attualmente quella che viene richiesta dalla Unione europea per gli studi pedologici effettuati sul territorio comunitario. Per questa ragione nel presente lavoro vengono commentati gli aspetti principali del suddetto sistema tassonomico e, inoltre, si è ritenuto opportuno trattare la classificazione del Principi in quanto essa è ancora utilizzata dai tecnici forestali.

3.4. La classificazione del Principi

La classificazione del Principi è di tipo climatico e si ispira a quella russa. L'influenza del clima si manifesta in particolare modo nei suoli naturali e maturi, mentre il substrato assume un ruolo rilevante nei suoli poco evoluti.

Esiste una correlazione particolarmente stretta tra i diversi areali climatici e i tipi di suoli. Allorquando le caratteristiche dei suoli dipendono dal clima si parla di suoli zonali o climatici. La varietà di zone climatiche dipende dalla latitudine ma anche dall'altitudine; ciò comporta l'esistenza di una zonalità di suoli orizzontale, legata alla latitudine e di una zonalità di suoli verticale, frutto dell'altitudine.

I suoli, le cui caratteristiche si allontanano dall'ortotipo zonale in conseguenza di particolari condizioni locali climatiche, morfologiche o litologiche, si dicono intrazonali.

I suoli poco evoluti, a causa del loro stato giovanile o del basso grado di alterabilità del substrato o della morfologia aspra che favorisce processi di erosione, vengono denominati azonali.

Il quadro seguente riassume la classificazione genetica generale dei terreni naturali in ordini (I, II, III, ecc.), sottordini (A, B, C, ecc.) e grandi gruppi genetici (1, 2, 3, ecc.); in corsivo sono riportati i tipi che si ritiene siano presenti nella Regione e per questi viene fatto di seguito un breve commento (le designazioni degli orizzonti riportate nel commento sono quelle FAO).

I. Terreni zonali

A. Terreni delle zone fredde

1. Terreni artici o di tundra
2. *Terreni di alta montagna*

B. Terreni delle zone temperate fredde-umide con vegetazione forestale in prevalenza di conifere o di brughiera

1. *Podzoli*
2. *Terreni podzolici bruni*
3. Terreni podzolici grigio-bruni

C. Terreni delle zone temperate propriamente dette con vegetazione forestale di latifoglie a foglie caduche

1. *Terre brune*
2. *Terre gialle*

D. Terreni delle zone temperate calde e moderatamente umide con ve-

getazione corrispondente alla macchia mediterranea o costituita da boschi di latifoglie xerofile

1. Terre rosse

2. Terreni marroni forestali

E. Terreni delle regioni temperate subaride con vegetazione erbacea

1. Terre nere o cernosèm

2. Terre castane

3. Terreni delle praterie (bruniga)

F. Terreni delle regioni aride e desertiche

1. Terreni subdesertici grigi o sierozèm

2. Terreni subdesertici bruni-rossastri

3. Terreni con crostoni

4. Terreni desertici

G. Terreni delle zone tropicali ed equatoriali con vegetazione forestale o di savana

1. Latosuoli

2. Lateriti

3. Terreni podzolici rossi

4. Terreni podzolici gialli

5. Rubrozem

6. Grumosuoli

II. Terreni intrazonali

A. Terreni alomorfi

1. Terreni salsi o solonciak

2. Terreni alcalini o solonetz

3. Terreni alcalini degradati o solodi

B. Terreni idromorfi

1. Terreni a glei

2. Pianosuoli

3. Terreni torbosi

C. Terreni litomorfi

1. Rendzina

2. Terre rosse aclimatiche

3. Ferretti

III. Terreni azonali

1. Terreni pietrosi

2. Terreni recenti

IA2. I terreni di alta montagna. Ai terreni di alta montagna si riferiscono tutti quei terreni che si trovano al di sopra del limite climatico della vegetazione forestale.

La pedogenesi in questo ambiente è indirizzata dal gelo e dalle forti escursioni termiche giornaliere, che favoriscono l'azione fisico-meccanica a scapito di quella chimica.

I fattori pedogenetici che intervengono nell'evoluzione dei suoli di alta montagna sono la morfologia, l'esposizione, l'altitudine, la roccia madre e la vegetazione.

La morfologia aspra delle regioni montane favorisce l'erosione, ostacolando l'accumulo in sito del materiale alterato.

Il microclima più freddo del versante Nord rallenta la decomposizione dell'humus, cosicché i terreni sono caratterizzati da un'acidità più elevata rispetto a quelli sui versanti esposti a Sud.

In corrispondenza del piano alpino, dove la vegetazione è erbacea, l'orizzonte umifero acquista notevole spessore dando luogo a terreni umiferi d'alta montagna. Nelle zone del piano subalpino, ricoperte dalla vegetazione forestale, l'alterazione è più accentuata e si possono riscontrare dei podzoli.

Con substrato pedogenetico calcareo o dolomitico ed esposizione Nord il tipo di suolo caratteristico è la rendzina, mentre su roccia silicea l'evoluzione è indirizzata verso il podzol.

IB1. I podzoli. I veri podzoli si sviluppano su substrati permeabili e sotto una vegetazione forestale, soprattutto di conifere o sotto brughiera. Il limite Sud è generalmente il 50° parallelo.

Gli aghi delle conifere, poveri di basi, danno origine ad un humus acido; quando nel suolo è presente un regime di umidità percolativo avviene una progressiva eliminazione delle basi con la loro conseguente sostituzione nel complesso colloidale con l'idrogeno. In queste condizioni i colloidi umici diventano più mobili ed acquistano la facoltà di favorire lo spostamento anche degli altri colloidi più stabili (idrati di ferro e di alluminio). In profondità, allorquando il mezzo diviene più ricco di elettroliti o l'acqua passa dallo stato capillare a quello di adesione, il ferro e l'alluminio vengono immobilizzati.

Gli orizzonti eluviali si presentano poveri in basi, sesquiossidi e colloidi di cui vengono a loro volta arricchiti gli orizzonti di accumulo. In superficie si assiste ad un aumento indiretto della silice ed allo scolorimento

del terreno dovuto alla illuviazione del ferro; in profondità si nota, viceversa, un accentuarsi della tinta giallo-bruno-rossastra.

Rispetto all'humus, nel profilo si notano due massimi, uno in superficie e uno nell'orizzonte d'accumulo. L'acidità del terreno è massima in superficie e diminuisce progressivamente in profondità.

Il profilo tipico del Podzol è il seguente:

Oe	residui organici poco decomposti
A	orizzonte umifero acido grigio-nerastro
E	orizzonte eluviale biancastro povero in idrati di ferro
Bhs	orizzonte illuviale rossastro o bruno arricchito in ferro e humus
C	roccia madre

I terreni che presentano un principio di podzolizzazione vengono detti terreni podzolizzati o terreni podzolici bruni. L'orizzonte eluviale dei podzols è assente o ha uno spessore modesto. Lo spostamento dei sesquiossidi di alluminio e di ferro risulta piuttosto ridotto e lo sviluppo complessivo del solum è scarso.

IC1. Le terre brune. Le terre brune si estendono nelle regioni climatiche temperate e moderatamente umide, di norma tra il 60° e il 45° parallelo, e costituiscono una transizione tra i Podzoli e le terre gialle, rosse o nere. A meridione dell'areale tipico dei Podzoli la temperatura sale, aumenta l'evapotraspirazione riducendo il processo di dilavamento dei suoli, l'acidità si attenua, rallentando in tal modo la mobilità dei colloidi organici e minerali.

Nella tipologia "terre brune" rientrano suoli abbastanza diversi tra loro essendo raggruppati in questo tipo i suoli moderatamente maturi, generalmente poco stabili ed in evoluzione verso tipologie mature (Podzols, Luvisols, ecc.).

In linea generale, si inquadrano nelle terre brune quei suoli che hanno subito una lisciviazione moderata dei carbonati, con reazione leggermente acida in superficie che diviene neutra o più alcalina in profondità. Di norma non si ha una migrazione di sesquiossidi e l'humus è in gran parte saturo.

La vegetazione naturale è il bosco di latifoglie (querce e faggi) a foglie caduche.

Il clima delle terre brune è caratterizzato da una piovosità annua compresa tra i 600 e i 900 mm e da una temperatura media annua di 9°-13°C.

In questo ambiente climatico viene favorita la decomposizione e la

mineralizzazione della sostanza organica in eccesso e di conseguenza il suolo presenta un mull in superficie e una dotazione moderata di humus in profondità. Questo contenuto di humus impartisce al suolo una tinta bruna caratteristica rafforzata anche dagli idrati di ferro bruni-giallastri.

Il profilo tipico della terra bruna è il seguente:

A	orizzonte umifero, nerastro, soffice e grumoso, a reazione subacida
Bw	orizzonte leggermente umifero, bruno
C	roccia madre

Nell'orizzonte A si possono distinguere due sottorizzonti con il primo più umifero e a struttura grumosa. L'orizzonte B risulta spesso di difficile identificazione, avendo un aspetto simile all'orizzonte A, ma si differenzia per una struttura poliedrica e talora per un tenue arricchimento in argilla.

Nel Sud Europa le terre brune vengono sostituite dalle terre gialle o rosse. Qui l'humus viene decomposto più rapidamente e la colorazione bruna impartita dalle poche sostanze organiche interessa solo gli orizzonti superficiali, mentre in profondità gli ossidi di ferro, in relazione al loro stato di idratazione, conferiscono colorazioni gialle o rosse.

IC2. Le terre gialle. Le terre gialle sono caratterizzate dalla povertà di sostanza organica, da un forte grado di idratazione degli ossidi di ferro, che conferiscono la tinta gialla, da una notevole lisciviazione delle basi e talora da un leggero spostamento dei colloidi negli orizzonti profondi.

Questi suoli hanno una posizione intermedia fra i podzoli, le terre brune e quelle rosse.

La roccia madre è data di preferenza da rocce arenacee o comunque ricche di quarzo o di silice; per tale motivo molte terre gialle possono rientrare più propriamente nell'ordine dei terreni intrazonali.

La vegetazione caratteristica è sempre il bosco di latifoglie a foglie caduche.

Il profilo tipico della terra gialla è il seguente:

A	orizzonte giallo-brunastro
Bw(t)	orizzonte giallo o giallo-rossastro
C	roccia madre

La reazione dell'orizzonte A è in genere leggermente acida e la modesta quantità di humus presente vela appena la tinta gialla conferendole

un tono più bruno. Nell'orizzonte B, di colore giallo o giallo-rossastro, si possono osservare delle venature rossastre per accumulo di idrati di ferro; la sostanza organica è presente in misura trascurabile, inferiore per lo più all'1%.

Comel (1937) distingue le terre gialle tipiche da quelle di transizione; nelle tipiche ritiene che un orizzonte organico nettamente espresso sia da escludersi, mentre esso è largamente diffuso nei tipi di transizione. Le terre gialle di transizione sono diffuse specialmente nelle regioni montuose in climi freschi e umidi che esigerebbero in via naturale prodotti pedologici più evoluti (podzoli).

Il profilo tipico, nella zona alpina friulana, della terra gialla di transizione è il seguente:

Oe	copertura organica in via di decomposizione
A	orizzonte umifero, bruno-nerastro, in genere acido
Bw(t)	orizzonte giallo che passa al rosso su calcari
C	roccia madre

ID1. Le terre rosse. Le terre rosse sono caratteristiche dei climi mediterranei, caldi e moderatamente umidi. Le condizioni climatiche per l'evoluzione di questi suoli possono essere, orientativamente, le seguenti: 12°-15°C di temperatura media annua e 500-1000 mm di precipitazioni. La vegetazione dominante è quella mediterranea ad essenze sempreverdi di tipo per lo più xerofilo.

In questa regione climatica le terre rosse si formano su qualsiasi substrato, tuttavia preferiscono quelli calcarei.

Vanno esclusi da questo grande gruppo i suoli rossi litocromici che devono il loro colore unicamente alla tinta del substrato e i ferretti che si sviluppano su substrati per lo più ghiaiosi, fluvioglaciali del Quaternario.

È bene pertanto limitare il concetto di terra rossa ai terreni colorati di rosso che si sviluppano nella regione mediterranea, o sotto climi analoghi, su calcari relativamente puri, per lo più biancastri e compatti, spettanti di preferenza al periodo Cretacico e determinanti in genere un paesaggio carsico.

Pochi terreni hanno appassionato gli studiosi nelle indagini circa l'origine quanto le terre rosse. L'ipotesi che attualmente prevale è che esse costituiscano un residuo di altre sostanze minerali contenute nei calcari, che solo parzialmente è riuscito a restare aderente alle cavità e alle fratture della roccia, accumulandosi lentamente nelle depressioni carsiche

(doline) o nelle piane sottostanti ai rilievi carsici. Si può parlare quindi di terre rosse *in situ* e di terre rosse di trasporto; nel contempo esse possono anche essere considerate dei terreni criptolitocromici. Questo porta alla necessità di rivedere il concetto secondo cui le terre rosse su calcari appartengano all'ordine dei suoli zonali in quanto potrebbero essere considerate come un terreno intrazonale litomorfo. Solo laddove il clima è sufficientemente caldo da consentire la mineralizzazione della sostanza organica, evitandone l'accumulo e la conseguente velatura della tinta rosso vivo, possono essere ancora considerate un terreno zonale.

Il profilo tipico, nelle zone più fresche e umide, delle terre rosse è il seguente:

A	orizzonte bruno, grumoso, reazione neutra, spessore 10-20 cm
Bt	orizzonte rossastro o rosso mattone, grumoso, spessore 20-50 cm
C	roccia calcarea

Lo stadio iniziale di sviluppo delle terre rosse è dato da un materiale detritico misto a un terriccio umifero a reazione alcalina; l'accumulo di humus avviene principalmente per il rallentamento dei processi distruttivi dovuti ad un'azione deprimente esplicata sui microrganismi del suolo dalla siccità, dovuta al contatto col substrato fessurato estremamente permeabile. Col procedere della pedogenesi e, con essa, dell'aumento di spessore del terreno, viene favorita la ritenzione idrica per cui l'humus comincia a decomporsi; la tinta nera diviene rossastra, il contributo annuale della sostanza organica al terreno viene rapidamente mineralizzato e le terre rosse si mantengono nel tempo.

IE1. Terre nere o cernosém. Le condizioni climatiche che portano alla formazione delle terre nere possono essere diverse nelle singole regioni, tuttavia tutte sono caratterizzate da una sensibile aridità dell'ambiente. Nel periodo invernale le temperature inferiori a 0°C portano alla sospensione dell'attività vegetativa e batterica; in primavera la temperatura mite ed il buon grado di umidità del suolo favorisce un intenso sviluppo vegetativo; l'estate calda e arida richiama umidità dal sottosuolo e rallenta la decomposizione della sostanza organica; il clima temperato subumido dell'autunno porta ad una ripresa dell'attività microbica.

Si reputa che la mancanza di foreste nelle zone dei cernosém sia da attribuire al fatto che il grado di umidità è maggiore in superficie come esige la prateria e non nel sottosuolo come vuole la foresta.

L'alternanza di periodi secchi con periodi umidi limita la lisciviazione

del terreno: i colloidi organici mantengono la saturazione in basi. La manifestazione pedologica più saliente non risiede tanto nello spostamento degli elementi, quanto invece in un accumulo di sostanza organica più o meno umificata.

Il profilo del cernosém, nella sua più tipica espressione, è dunque costituito da un orizzonte umifero, nero o bruno scuro, potente dai 70 cm ad un metro, e con un contenuto di humus frequentemente superiore al 10%. In profondità spesso si rinviene un orizzonte di accumulo di carbonato di calcio.

La reazione è generalmente neutra o alcalina lungo tutto il profilo, solo nei cernosém degradati, che hanno cioè perduto i carbonati, può scendere a valori inferiori a 7.

Il profilo tipico delle terre nere è il seguente:

Au1	orizzonte umifero, nero, reazione neutra, spessore 70-100 cm
Au2	orizzonte bruno, reazione subalcalina
Bk	orizzonte di accumulo di carbonati
C	roccia calcarea

L'Alta pianura occidentale del Friuli era occupata, sino a pochi decenni orsono, in larga parte da praterie sviluppatesi su alluvioni ghiaiose grossolane ed assai permeabili. Le terre nere qui diffuse presentano delle analogie con i cernosém russi: presentano dotazioni di humus simili ma differiscono per la potenza, qui inferiore ai 10 cm. Nella regione friulana le terre nere non sono in rapporto con il clima, perumido, ma bensì con le caratteristiche fisico-chimiche del substrato.

II. Terreni intrazonali.

IIA. Terreni alomorfi. Si tratta di suoli che si sono allontanati dalle caratteristiche proprie del tipo zonale in conseguenza di particolari condizioni morfologiche locali. La loro presenza è legata ad un clima arido o semiarido in depressioni chiuse con fondo impermeabile; sono caratterizzati dalla presenza di considerevoli quantità di sali, che in condizioni normali verrebbero eliminati mediante le piogge.

Terreni alomorfi si riscontrano anche nelle regioni litorali e di recente bonifica, che devono la loro origine all'imbibizione con acque marine.

Il contenuto di sali, al di sopra del quale lo sviluppo della vegetazione

risulta ostacolato, può variare a seconda dello stato di aggregazione del suolo, della natura dei sali e della specie vegetale. In genere un terreno è considerato salso quando ha una conducibilità elettrica maggiore di 4 mS/cm a 25°C nella soluzione satura (solonciak) e alcalino quando la percentuale di sodio scambiabile è maggiore di 15 (solonetz).

IIB. Terreni idromorfi. I terreni idromorfi si ritrovano principalmente in ambienti morfologicamente depressi, ove lo scolo delle acque non è del tutto ostacolato. In tali condizioni il drenaggio, quantunque risulti molto ridotto, è tuttavia sufficiente ad evitare la formazione di terreni alomorfi.

IIB1. Terreni a glei. I terreni a glei, la cui pedogenesi si è svolta sotto l'influenza di una falda freatica molto vicina alla superficie del suolo, si riscontrano soprattutto nelle pianure.

Questi terreni scarsamente aerati sono soprattutto contraddistinti dalla presenza di un particolare orizzonte detto glei. L'orizzonte glei, sottoposto ad una alternanza di condizioni ossidanti e riducenti, è caratterizzato dalla formazione di composti propri del regime riducente, soprattutto ferro bivalente, che originano depositi verdastri o anche bluastri. Allorché l'ambiente diventa aerobico, il ferro ferroso passa a ferro ferrico, originando macchie giallo-rossastre.

L'orizzonte glei si forma nella zona di fluttuazione della falda freatica nel suolo.

La vegetazione dei terreni a glei è rappresentata da giunchi, carici ed altre piante erbacee con qualche pianta arborea, come salici e ontani. Il profilo generalmente consiste in un orizzonte superficiale relativamente sottile, ricco di humus ed avente un'aggregazione più o meno grumosa. Il colore della frazione minerale è grigio, ma lungo i canali lasciati dalle radici possono apparire delle colorazioni giallo-brunastre. Separato abbastanza nettamente dal precedente, vi è l'orizzonte glei di colore grigio-brunastro o verdastro per la riduzione subita dagli ossidi di ferro. Dove il livello della falda subisce le oscillazioni possono assumere una certa importanza i processi ossidativi, che si manifestano con screziature giallastre o rossicce lungo le fessure e i pori, discontinuità dove può penetrare l'ossigeno.

IIB3. I terreni torbosi. Le caratteristiche dei terreni torbosi dipendono largamente dalla natura del substrato, cioè della torba, da cui i terreni derivano.

I terreni costituiti da torba sapropelitica si presentano fangosi, plastici, asciugano con difficoltà e riacquistano acqua con lentezza, mantenendosi

a lungo compatti. Allorché il substrato è costituito da torba fibrosa o legnosa, il terreno ha un miglior grado di aggregazione, è sciolto e di più facile lavorabilità.

I terreni torbosi sono caratterizzati da un colore bruno scuro o addirittura nero allo stato umido, da una densità straordinariamente bassa allo stato asciutto e da una elevatissima capacità di ritenzione idrica. Quest'ultima proprietà non consente però alle piante di disporre di notevoli quantità d'acqua, in quanto gran parte di essa è trattenuta così tenacemente dai colloidi organici, da rendere molto difficile la sua utilizzazione per le piante. I terreni torbosi inoltre si lasciano attraversare dall'acqua con estrema difficoltà e sotto questo aspetto il loro grado di permeabilità è minore di quello dei terreni argillosi.

Nella parte inferiore del profilo dei terreni torbosi si può riscontrare l'orizzonte glei.

IIC1. Terre rosse aclimatiche. Per questa tipologia di suolo si rimanda alle considerazioni fatte per le "terre rosse".

IIC2. Rendzina. I rendzina si sviluppano sotto l'influenza dei substrati calcarei o dolomitici in varie zone climatiche, da quelle fredde umide a quelle temperate o temperate calde. Sono spesso terreni immaturi, che possono evolvere verso un tipo zonale, se fenomeni erosivi intensi non intervengono a ringiovanirli.

Il rendzina è però largamente diffuso nelle regioni fredde e umide. Ne consegue che ad ostacolare la mineralizzazione dei residui organici con conseguente accumulo di humus è la forte alcalinità del mezzo data dalla roccia carbonatica, ma anche dalle basse temperature, che bloccano l'attività della microflora batterica.

Nei primi periodi della loro formazione, i rendzina si presentano ricchi di scheletro, e i frammenti calcarei si fanno più numerosi via via che si scende in profondità e si passa alla roccia madre.

Il Comel auspica che il nome rendzina venga riservato solo a quei terreni ricchi di sostanza organica umificata, di colore nerastro e a reazione neutra o subalcalina per saturazione di basi alcalino-terrose, che si formano su rocce calcaree, calcareo-dolomitiche e dolomitiche entro l'ambito della zona pedoclimatica dei podzoli.

Nei Rendzina che si riscontrano nelle regioni con clima temperato o temperato caldo la pedogenesi conduce alla formazione di terre brune o di terre rosse.

Il profilo tipico del rendzina è il seguente:

A	orizzonte umifero di colore grigio scuro o nero, talora con frammenti residui di roccia calcarea
AC	orizzonte di transizione verso la roccia madre, di colore bruno, con una grande quantità di frammenti rocciosi calcarei
C	roccia madre

Dalla descrizione di questo profilo si nota subito l'assenza di un orizzonte di illuviazione B; la sua comparsa significherebbe l'inizio dello sviluppo del terreno climatico normale: il Podzol.

La vegetazione naturale dei rendzina è costituita da erbe, in prevalenza graminacee, che non proteggono sufficientemente il terreno dalla erosione e dalle ampie escursioni termiche, provocanti una rapida disgregazione dei calcari. Le erbe, inoltre, producono un humus poco acido a debole potere decalcificante. Sotto il bosco e con un clima umido, i rendzina tipici si osservano solo su alcuni pendii, giacché l'humus forestale acido ha un forte potere decalcificante.

La reazione dei rendzina si mantiene su valori di 7-7.5: questa reazione favorisce una rapida decomposizione dei residui organici e la loro umificazione.

IIC3. I ferretti. I ferretti rientrano nei terreni intrazonali in quanto la loro formazione è strettamente connessa con la permeabilità del substrato.

Secondo il Comel il nome ferretto dovrebbe essere riservato alle terre rosse che si sviluppano sui substrati, per lo più ghiaiosi, glaciali e fluvioglaciali del Quaternario. Il Principi indica con il termine ferretto i terreni di colore rosso-ruggine, a reazione acida, che si trovano su substrati provenienti da sedimenti di diversa età geologica, ma costituiti sempre da conglomerati, da ciottoli o da sabbie grossolane, dotati di grande permeabilità. Il ferretto è il risultato di una profonda alterazione, con contemporanea decalcificazione, dei materiali del substrato, operata dalle acque di percolazione.

Nella prima fase del processo pedogenetico il dilavamento è limitato ai metalli alcalino-terrosi, in seguito l'orizzonte superficiale diviene acido ed esplica un'azione lisciviante anche sui sesquiossidi di ferro e alluminio che precipitano negli orizzonti sottostanti, che assumono una colorazione rosso-ruggine.

L'ambiente climatico nel quale il ferretto trova il suo più tipico sviluppo è l'Alta pianura padano-veneta, caratterizzato da una piovosità media annua di 1000 mm e da una temperatura media annua di 13°C.

III. Terreni azonali. I terreni azonali sono quelli sprovvisti di un profilo ben differenziato. A questa tipologia appartengono i terreni pietrosi o sassosi e i terreni provenienti da substrati alluvionali o da depositi di spiaggia recenti.

III1. Terreni pietrosi. I terreni pietrosi prendono origine lungo i ripidi pendii delle regioni collinari e montuose generalmente costituiti da un insieme di detriti più o meno grossolani; in questo contesto morfologico il suolo è soggetto ad un continuo rimaneggiamento ed il materiale proveniente dall'alterazione del substrato viene con facilità rimosso dall'acqua e dalla gravità per accumularsi sul fondo delle valli fluviali. Per tale motivo i terreni su versanti scoscesi sono privi di un vero e proprio profilo genetico.

III2 Terreni recenti. I terreni alluvionali recenti od attuali e quelli aventi come substrato i depositi di spiaggia presentano sempre dei profili immaturi, in quanto gli agenti della pedogenesi non hanno avuto il tempo di svolgere la loro azione.

3.5. La classificazione FAO-Unesco

Il sistema tassonomico FAO-Unesco è stato pubblicato per la prima volta nel 1974 a corredo della Carta dei suoli del mondo a scala 1:5.000.000. Negli anni seguenti questo strumento ha avuto un'applicazione universale nello scambio di conoscenze sui suoli. Nel 1988 la FAO, conseguentemente alle nuove conoscenze sui suoli, ha elaborato una nuova edizione della Legenda, che presenta alcune modifiche rilevanti e numerosi cambiamenti minori. Le modifiche principali riguardano l'introduzione di nuovi Gruppi, la cancellazione, l'accorpamento e la divisione di altri, l'introduzione di un terzo livello di classificazione: le "subunità" di suolo.

Per l'identificazione delle unità di suolo è stato fatto ricorso all'uso degli orizzonti e delle proprietà diagnostiche; ciò consente di mantenere un buon livello di oggettività in quanto le proprietà morfologiche attribuibili ai processi pedogenetici sono meglio identificabili e quantificabili.

3.5.1 Orizzonti diagnostici. Le definizioni e la nomenclatura degli orizzonti diagnostici usate nel sistema tassonomico FAO-Unesco sono derivate da quelle adottate nella Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF,

l. c.). Le definizioni di questi orizzonti sono state riassunte e talvolta semplificate in accordo con i requisiti della Legenda FAO-Unesco. Gli orizzonti salico, sombrico e agrico della Soil Taxonomy non sono usati come orizzonti diagnostici. Di seguito vengono descritti brevemente gli orizzonti diagnostici della classificazione FAO-Unesco.

Orizzonte H histico. L'orizzonte H histico è un orizzonte di spessore compreso tra 20 e 40 cm, può avere uno spessore superiore se è costituito in prevalenza da fibre di sphagnum o se ha una densità apparente inferiore a 0.1 g/cc. Lo strato superficiale di materiale organico che ha uno spessore inferiore a 25 cm è anch'esso qualificato come orizzonte H histico se, dopo esser stato mescolato fino ad una profondità di 25 cm, ha un contenuto di carbonio organico compreso tra l'8 e il 16% a seconda del contenuto di argilla.

Orizzonte A mollico. L'orizzonte A mollico è un orizzonte A il quale, dopo che sono stati mescolati i 18 cm superficiali, come avviene con l'aratura, possiede le seguenti proprietà:
- un buon grado di strutturazione;
- un *chroma* inferiore a 3.5 quando umidi, un *value* più scuro di 3.5 quando umidi e di 5.5 quando secchi; il *value* è almeno un'unità più scuro di quello del C. Se c'è più del 40 % di calce finemente divisa, i limiti del *value* a secco vengono tralasciati;
- la saturazione in basi è del 50% o più;
- il contenuto in carbonio organico è almeno dello 0.6 % attraverso lo spessore del suolo mescolato, il limite superiore del contenuto in carbonio organico dell'orizzonte A mollico è il limite inferiore dell'orizzonte H histico;
- lo spessore è di 10 cm o più se riposa direttamente sulla roccia; lo spessore dell'orizzonte A può essere inferiore ai 18 cm se rappresenta più di un terzo dello spessore del solum dove il solum è meno spesso di 75 cm, deve essere superiore a 25 cm dove il solum ha uno spessore maggiore di 75 cm.

Orizzonte A fimico. L'orizzonte A fimico è uno strato superficiale lavorato dall'uomo di uno spessore di 50 cm o più che è il risultato di ininterrotte concimazioni per lungo tempo. Se l'orizzonte A fimico risponde ai requisiti dell'orizzonte A mollico o umbrico, esso viene distinto da questo per un contenuto in anidride fosforica estraibile in acido che è più alto di 250 mg/kg di suolo con acido citrico all'1%.

Orizzonte A umbrico. Le caratteristiche di un orizzonte A umbrico sono paragonabili a quelle dell'orizzonte A mollico per quanto riguarda il colore, il contenuto in carbonio organico, la consistenza, la struttura, lo spessore. L'orizzonte A umbrico, tuttavia, ha una saturazione in basi minore del 50%.

Orizzonte A ochrico. Un orizzonte A ochrico è un orizzonte che ha un colore tenue, un *chroma* troppo elevato, troppo poco carbonio organico, o che è troppo sottile per essere mollico o umbrico, o che è sia duro che massivo quando è secco. I materiali finemente stratificati, tipici di depositi alluvionali freschi non lo qualificano come un orizzonte A ochrico.

Orizzonte B argico. L'orizzonte B argico è un orizzonte sottosuperficiale che ha un contenuto di argilla chiaramente superiore all'orizzonte sovrastante. La differenziazione tessiturale può essere dovuta ad un accumulo illuviale di argilla, o alla distruzione dell'argilla nell'orizzonte superficiale, o ad una selettiva erosione superficiale dell'argilla, o all'attività biologica, o alla combinazione di due o più di questi differenti processi. Tuttavia, una sola discontinuità litologica, come può accadere nei depositi alluviali, non lo qualifica come orizzonte B argico. Quando un orizzonte B argico è formato da illuviazione di argilla, delle pellicole possono essere presenti sulle superfici degli aggregati, nelle fessure, nei pori e nei canali.

Un orizzonte B argico per essere diagnostico deve rispondere ai seguenti requisiti:

- avere una tessitura che sia franco-sabbiosa o più fine nella frazione di terra fine ed avere almeno l'8% di argilla;
- il contenuto totale di argilla deve superare del 20 % quello di un orizzonte sovrastante (nei casi in cui l'orizzonte sovrastante ha un contenuto di argilla compreso tra il 15 e il 40 %);
- almeno una parte dell'orizzonte B argico deve mostrare pellicole d'argilla, l'aumento del contenuto di argilla deve essere raggiunto entro una distanza verticale di 30 cm. Se non si notano pellicole di argilla, l'aumento del contenuto di argilla deve essere notato entro una distanza verticale di 15 cm;
- l'orizzonte B argico dovrebbe avere almeno 1/10 dello spessore della somma degli spessori di tutti gli orizzonti sovrastanti o dovrebbe avere uno spessore di almeno 7.5 cm.

Orizzonte B natrico. L'orizzonte B natrico ha le proprietà dell'orizzonte B argico descritto sopra. In aggiunta ha:

- una struttura colonnare o prismatica in qualche parte dell'orizzonte B;
- una saturazione con sodio scambiabile superiore del 15% entro 40 cm superiori dell'orizzonte.

Orizzonte B cambico. L'orizzonte B cambico è un orizzonte alterato a cui mancano le proprietà che soddisfano i requisiti di un orizzonte B argico, natrico o spodico; mancano i colori scuri, il contenuto in sostanza organica e la struttura dell'orizzonte H histico, o degli orizzonti A mollico o umbrico. L'orizzonte B cambico ha le seguenti proprietà:
- una tessitura franco-sabbiosa o più fine e almeno l'8% di argilla;
- uno spessore almeno di 15 cm con la sua base ad almeno 25 cm al di sotto della superficie del suolo;
- la struttura del suolo è almeno moderatamente sviluppata;
- una CSC maggiore di 16 cmoli(+)/kg di argilla;
- mostra segni di alterazione come: *chroma* più forte o *hue* più rosso o un contenuto di argilla più alto dell'orizzonte sottostante o presenta una rimozione di carbonati;
- non mostra cementazione, indurimento o consistenza friabile quando umido.

Orizzonte B spodico. Un orizzonte B spodico soddisfa una o più delle seguenti caratteristiche al di sotto di una profondità di 12.5 cm o, quando presente, sotto un orizzonte A o un orizzonte E:
- un sottorizzonte con uno spessore maggiore di 2.5 cm il quale sia continuamente cementato da una combinazione di sostanza organica con ferro o alluminio o con entrambi;
- una tessitura sabbiosa o franco-grossolana con scure pallottoline distinte della dimensione del limo grossolano o più grandi o con granuli di sabbia ricoperti con rivestimenti interrotti di sostanza organica e alluminio con o senza ferro.

I criteri per l'identificazione di questo orizzonte diagnostico sono particolarmente complessi e richiedono precise analisi di laboratorio.

Orizzonte B ferralico. L'orizzonte B ferralico è l'orizzonte che ha:
- una tessitura franco-sabbiosa o più fine nella frazione di terra fine;
- uno spessore di almeno 30 cm;
- una CSC uguale o inferiore a 16 cmoli (+)/kg di argilla;
- meno del 10% di minerali alterabili nella frazione compresa tra 0.050-0.002 mm.

Orizzonte calcico. L'orizzonte calcico è un orizzonte di accumulo di carbonato di calcio. L'accumulo può trovarsi nell'orizzonte C, ma si può rinvenire anche in un orizzonte A o B.

L'orizzonte calcico viene arricchito con carbonato secondario attraverso uno spessore di 15 cm o più, ha un contenuto in carbonato di calcio equivalente del 15% o più ed almeno il 5% in più rispetto a quello dell'orizzonte sottostante. Se questo orizzonte calcico giace su materiali molto calcarei (40% o più di carbonato di calcio equivalente), la percentuale di carbonati non deve diminuire con la profondità.

Orizzonte petrocalcico. L'orizzonte petrocalcico è un orizzonte calcico continuamente cementato o indurito, cementato da carbonato di calcio, oppure in alcune zone, con carbonato di calcio e da una certa quantità di carbonato di magnesio. Può essere presente la silice come cemento accessorio. L'orizzonte petrocalcico è cementato con continuità tanto che i frammenti allo stato asciutto non si disfano in acqua e le radici non riescono a penetrare. Esso è massivo o laminare, estremamente duro quando è asciutto tanto che non può essere attraversato da una vanga o da una trivella, e va dal molto all'estremamente compatto quando umido.

Orizzonte gypsico. L'orizzonte gypsico è un orizzonte di arricchimento di solfati di calcio secondari, che ha uno spessore uguale o superiore ai 15 cm, almeno il 5% in più di gesso rispetto all'orizzonte sottostante C ed il prodotto dello spessore in centimetri per la percentuale di gesso è uguale o maggiore di 150.

Orizzonte petrogypsico. L'orizzonte petrogypsico è un orizzonte gypsico così fortemente cementato con gesso che i frammenti allo stato asciutto non si disfano in acqua e le radici non possono penetrarlo. Il contenuto in gesso nell'orizzonte petrogypsico è comunemente di gran lunga superiore al limite minimo per l'orizzonte gypsico e generalmente supera il 60%.

Orizzonte solforico. L'orizzonte solforico si forma come conseguenza di un drenaggio artificiale e dell'ossidazione di materiali minerali od organici che sono ricchi in solfuri. Esso ha uno spessore di almeno 15 cm ed è caratterizzato da un pH minore di 3.5 (H_2O, 1:1) e generalmente presenta screziature di jarosite con una tinta di 2.5 Y o più gialla ed un *chroma* uguale o superiore a 6.

Orizzonte E albico. L'orizzonte E albico è quello da cui l'argilla e gli ossidi di ferro liberi sono stati rimossi, o nel quale gli ossidi sono stati scissi in misura tale che il colore dell'orizzonte è determinato dal colore delle

particelle primarie di sabbia e limo piuttosto che dai rivestimenti presenti su queste particelle. Un orizzonte E albico ha un *value*, allo stato umido, di 4 o più, o un *value* allo stato secco, di 5 o più, o entrambi. Se il *value*, allo stato asciutto, è uguale o superiore a 7, o allo stato umido è uguale o superiore a 6, il *chroma* sarà uguale o inferiore a 3 allo stato asciutto oppure umido. Se il *value* del colore, allo stato asciutto, è pari a 5 o a 6, o allo stato umido è pari a 4 o a 5, il *chroma* sarà più vicino a 2 che a 3 allo stato asciutto o umido. Se il substrato pedogenetico ha una tinta pari a 5YR o più rosso, nell'orizzonte E albico è permesso un *chroma* allo stato umido di 3, dove questo è dovuto al colore dei granuli di sabbia e di limo privi di rivestimenti.

3.5.2 Designazione degli orizzonti del suolo. Un suolo è normalmente caratterizzato tramite la descrizione e la definizione delle proprietà degli orizzonti. Le designazioni degli orizzonti sono un elemento di definizione delle unità di suolo e di descrizione dei profili rappresentativi. Esse non possono essere sostitutive delle descrizioni chiare e complete delle caratteristiche morfologiche di ciascun orizzonte.

I simboli usati per la designazione degli orizzonti del suolo sono i seguenti.

Lettere maiuscole: H, O, A, E, B, C ed R indicano orizzonti principali, o serie dominanti di allontanamento dal materiale parentale presunto.

In alcuni casi le lettere sono usate come suffissi per qualificare gli orizzonti principali circa la direzione dell'allontanamento dal materiale parentale presunto.

Numeri arabi usati come suffissi per indicare una suddivisione verticale di un orizzonte.

Numeri arabi usati come prefissi per marcare discontinuità litologiche.

Orizzonti principali.

H: orizzonte organico formato da accumulo di materiale organico depositato alla superficie, che è saturato con acqua per periodi prolungati, tranne che per i suoli drenati artificialmente.

O: orizzonte organico formato o che si forma dall'accumulo di materiale organico depositato in superficie, che non è saturato con acqua per più di pochi giorni all'anno e contiene il 20% o più di carbonio organico.

A: orizzonte minerale formato in superficie o adiacente alla superficie che mostra un accumulo di sostanza organica umificata associata stret-

tamente con la frazione minerale, o una morfologia acquisita dalla formazione del suolo, senza peraltro avere le proprietà degli orizzonti E e B.

E: orizzonte minerale mostrante una concentrazione alta di frazioni di sabbia e di limo nei minerali resistenti. Gli orizzonti E sono generalmente orizzonti eluviali che sottostanno ad orizzonti H, O o A da cui si differenziano per un basso contenuto sostanza organica, mentre si differenziano da un orizzonte B sottostante per un *value* più alto e *chroma* più basso, o per una tessitura più grossolana, o entrambi.

B: orizzonte minerale in cui la struttura del substrato è cancellata o solo debolmente evidente, caratterizzata da una o più delle seguenti caratteristiche:

a. concentrazione illuviale di argilla silicata, ferro, alluminio, o sostanza organica, da sola o in combinazione;

b. concentrazione residua di sesquiossidi relativa ai materiali di origine;

c. alterazione del materiale parentale dalla condizione originale sino a che si sono formate argille silicatiche, liberati gli ossidi, formata una struttura granulare o poliedrica o prismatica.

C: orizzonte minerale (o strato) di materiale inconsolidato da cui il solum si presume si sia formato e che non mostra proprietà diagnostiche di qualche altro orizzonte principale.

R: strato di roccia continua indurita; uno strato R è sufficientemente coerente tanto che è impossibile romperlo con una vanga, anche se umido.

Orizzonti di transizione. Orizzonti di suolo in cui le proprietà di due orizzonti principali sono indicate dalla combinazione di due lettere maiuscole (per es. AE, EB, BE, CB, AB, BA, AC e CA). La prima lettera maiuscola indica l'orizzonte principale a cui l'orizzonte di transizione è più simile.

Suffissi lettera. Una lettera minuscola può essere aggiunta alla lettera principale per qualificare la designazione dell'orizzonte principale.

Le lettere suffissi usate sono le seguenti:

b. orizzonte sepolto (es. Btb);

c. accumulo sotto forma di concrezioni; è comunemente usato in combinazione con altri;

g. screziature legate a variazioni di ossidazione e riduzione (es. Bg, Btg, Cg);
h. accumulo di sostanza organica in orizzonti minerali (es. Ah, Bh);
i. presenza di permafrost;
j. presenza di jarosite;
k. accumulo di carbonato di calcio;
m. forte cementazione, consolidamento, indurimento; questo suffisso è comunemente usato in combinazione con altri indicanti il materiale cementante (es. Cmk);
n. accumulo di sodio (es. Btn);
p. disturbato da aratura o da altre pratiche colturali (es. Ap);
q. accumulo di silice (es. Cmq, indica uno strato di concrezioni silicee in un orizzonte C);
r. forte riduzione come risultato dell'influenza della falda (es. Cr);
s. accumulo di sesquiossidi (es. Bs);
t. accumulo di argilla (es. Bt);
u. non specificato; questo suffisso è usato in connessione con gli orizzonti A e B che non sono qualificati da altri suffissi, ma vengono suddivisi verticalmente da suffissi numerici;
w. alterazione in situ evidenziata dal contenuto di argilla, colore, struttura (es. Bw);
x. presenza di un fragipan, caratterizzato da una debole cementazione (es. Btx);
y. accumulo di gesso (es. Cy);
z. accumulo di sali più solubili del gesso (es. Az o Ahz).

Suffissi in cifre. Gli orizzonti designati da una singola combinazione di simboli-lettere possono essere suddivisi verticalmente da una numerazione per ciascuna suddivisione consecutiva, iniziando dalla parte superiore dell'orizzonte (es. Bt1-Bt2-Bt3-Bt4).

Prefissi in cifre. Quando è necessario distinguere discontinuità litologiche, i numeri arabi vengono posti come prefissi alle designazioni degli orizzonti.

3.5.3 I raggruppamenti e le unità di suolo. La classificazione FAO-Unesco è costituita da 28 raggruppamenti. In appendice 1 viene riportato l'elenco delle unità pedologiche e dei raggruppamenti di suolo.

Segue una breve descrizione dei raggruppamenti.

Fluvisols (FL). Suoli su depositi alluvionali o colluviali recenti. Non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico, o mollico, o umbrico, o un orizzonte H histico, o un orizzonte solforico.

Gleysols (GL). Suoli con caratteri idromorfi entro i primi 50 cm di profondità, formati su materiali non consolidati. Non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A, H histico, B cambico, calcico, gypsico o solforico.

Regosols (RG). Suoli con profilo poco differenziato (AC) su materiali incoerenti, sono esclusi i depositi alluvionali recenti. Non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico o umbrico.

Leptosols (LP). Suoli di limitata potenza e poggianti in genere su roccia dura. Sono limitati in profondità da una continua roccia dura o da materiale altamente calcareo o da un continuo strato cementato entro 30 cm dalla superficie, o aventi meno del 20% di terra fine su una profondità di 75 cm dalla superficie.

Arenosols (AR). Suoli sabbiosi, sono esclusi i depositi alluvionali recenti. Non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico o un orizzonte E albico.

Andosols (AN). Suoli su ceneri vulcaniche recenti. Hanno un orizzonte A mollico o umbrico possibilmente sovrastante un orizzonte B cambico, o un orizzonte A ochrico e un orizzonte B cambico; non hanno altri orizzonti diagnostici.

Vertisols (VR). Suoli ricchi di argille espandibili, tali da provocare crepacciature particolarmente profonde che conferiscono il carattere vertico.

Cambisols (CM). Suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte B cambico e non aventi orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico o umbrico o un orizzonte A mollico soprastante un orizzonte B cambico con una saturazione in basi inferiore al 50%.

Calcisols (CL). Suoli che hanno un orizzonte calcico, o un orizzonte

petrocalcico o concentrazioni di soffice calce polverulenta entro 125 cm dalla superficie. Non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico, un orizzonte B cambico o un orizzonte B argico calcareo.

Gypsisols (GY). Suoli aventi un orizzonte gypsico o un orizzonte petrogypsico, o entrambi, entro 125 cm dalla superficie; non aventi orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A ochrico, un orizzonte B cambico, un orizzonte B argico permeato di gesso o di carbonato di calcio, un orizzonte calcico o petrocalcico.

Solonetz (SN). Suoli sodici od alcalini aventi un orizzonte B natrico.

Solonchaks (SC). Suoli salini, sono esclusi i depositi alluvionali recenti. Hanno proprietà saliche e non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte A, un orizzonte H histico, un orizzonte B cambico, o un orizzonte calcico o gypsico.

Kastanozems (KS). Suoli castani, si differenziano dai chernozems per l'orizzonte A mollico più chiaro. Oltre all'orizzonte A mollico hanno uno o più dei seguenti orizzonti: calcico, petrocalcico o gypsico o concentrazioni di calce soffice e polverulenta entro 125 cm dalla superficie.

Chernozems (CH). Suoli neri di steppa con orizzonte A mollico particolarmente ricco di sostanza organica. Hanno un orizzonte A mollico con un *chroma* umido di 2 o meno fino alla profondità di almeno 15 cm; hanno un orizzonte calcico o petrocalcico o concentrazioni di soffice calce polverulenta entro 125 cm dalla superficie.

Phaeozems (PH). Suoli che si differenziano dai chernozems per l'assenza di un orizzonte calcico, gypsico, o concentrazioni di soffice calce polverulenta.

Greyzems (GR). Suoli grigi forestali delle zone temperate fredde che si differenziano dai phaeozems per avere delle pellicole biancastre sulla superficie degli aggregati.

Luvisols (LV). Suoli con accumulo illuviale di argilla. Hanno un orizzonte B argico che ha una CSC uguale o maggiore di 24 cmoli(+)/kg di argilla ed una saturazione in basi del 50% o più attraverso l'orizzonte B; manca un orizzonte A mollico.

Planosols (PL). Suoli con un orizzonte E albico con proprietà stagniche,

almeno in parte dell'orizzonte, e bruscamente sovrapposto ad un orizzonte poco permeabile.

Podzoluvisols (PD). Suoli con un orizzonte B argico e con lingue profonde di E nell'orizzonte B, o con grossi noduli di ferro nell'orizzonte.

Podzols (PZ). Suoli aventi un orizzonte B spodico in cui i composti di ferro e alluminio rimossi dall'orizzonte E albico sono stati depositati.

Lixisols (LX). Suoli che differiscono dai luvisols per una CSC minore. Hanno un orizzonte B argico che ha una CSC inferiore a 24 cmoli(+)/kg di argilla almeno in qualche parte dell'orizzonte B ed una saturazione in basi del 50% o più attraverso l'orizzonte B; manca un orizzonte A mollico.

Acrisols (AC). Suoli che differiscono dai luvisols per una CSC e una saturazione in basi minore. Hanno un orizzonte B argico che ha una CSC inferiore a 24 cmoli(+)/kg di argilla ed una saturazione in basi inferiore al 50% in almeno una parte dell'orizzonte B entro 125 cm dalla superficie.

Alisols (AL). Suoli che differiscono dai luvisols per una saturazione in basi minore. Suoli aventi un orizzonte B argico che ha CSC uguale o maggiore di 24 cmoli(+)/kg di argilla ed una saturazione in basi inferiore al 50% in almeno una parte dell'orizzonte B entro 125 cm dalla superficie.

Nitisols (NT). Suoli con un orizzonte B argico e una struttura angolare a blocchi forte. Il contenuto di argilla non decresce di molto rispetto al valore massimo; mostra limiti dal graduale al diffuso tra gli orizzonti A e B.

Ferralsols (FR). Suoli fortemente alterati, tipici delle zone tropicali, aventi un orizzonte B ferralico.

Plinthosols (PT). Suoli aventi il 25% o più di plinthite in un orizzonte che è almeno 15 cm di spessore entro 50 cm dalla superficie o entro una profondità di 125 cm quando sottostante vi è un orizzonte E albico o un orizzonte che mostra proprietà gleyiche o stagniche entro 100 cm dalla superficie.

Histosols (HS). Suoli torbosi od organici, aventi 40 cm o più di materiali organici.

Anthrosols (AT). Suoli in cui le attività umane hanno portato a profonde modificazioni del suolo attraverso la rimozione o disturbo degli orizzonti superficiali, tagli e riempimenti, aggiunte secolari di materiali organici, ecc.

3.6 Relazione schematica tra la classificazione del Principi e della FAO-Unesco.

Questo confronto risulta utile per coloro che a tutt'oggi utilizzano ancora la classificazione del Principi.

Le relazioni che qui vengono riportate riguardano solo le tipologie pedologiche che si ritiene siano presenti nel Friuli-Venezia Giulia.

Classificazione del Principi	Classificazione FAO-Unesco
Terreni di alta montagna	Leptosols, Regosols, Histosols, (Podzols)
Podzoli	Podzols
Terre brune	Cambisols esclusi i dystric, Luvisols
Terre gialle	Dystric Cambisols, Alisols, (Acrisols)
Terre nere	Phaeozems, Cambisols
Terreni salsi	Solonchaks
Terreni alcalini	Solonetz
Terreni a glei	Gleysols
Terreni torbosi	Histosols
Rendzina	Rendzic Leptosols
Terre rosse aclimatiche	Ferric Luvisols
Ferretti	Cambisols, Luvisols
Terreni pietrosi	Regosols
Terreni recenti	Fluvisols, Arenosols

Oltre alla classificazione del Principi si è ritenuto opportuno citare una terminologia adottata per i suoli in alcuni Piani di assestamento redatti in Friuli-Venezia Giulia. Si tratta di una suddivisione sorta con lo scopo di esprimere in modo articolato le caratteristiche dei suoli soprattutto derivanti da substrati carbonatici.

Substrati carbonatici	Indifferenti	Substrati silicatici
Litosuoli		
Regosuoli		
Suoli umocarbonatici		
Protorendzina		
Rendzina		Ranker
Rendzina brunificati		Ranker bruni
Suoli bruni calcarei		Suoli bruni acidi
	Suoli bruni forestali	
	Suoli bruni lisciviati	
	Podzol	

A completamento si riporta la comparazione di questa terminologia, di cui si ribadisce l'origine eminentemente pratica, con la Legenda FAO.

Suddivisione Piani d'assestamento	FAO
Regosuoli	Regosols
Litosuoli	Lithic Leptosols
Suoli umocarbonatici	Rendzic Leptosols
Protorendzina	Rendzic Leptosols
Rendzina	Rendzic Leptosols
Ranker	Leptosols
Rendzina brunificati	Mollic Leptosols, Phaeozems
Ranker bruni	Umbric Leptosols
Suoli bruni calcarei	Phaeozems, Cambisols
Suoli bruni forestali	Cambisols, Luvisols
Suoli bruni lisciviati	Cambisols, Luvisols
Suoli bruni acidi	Alisols, Acrisols
Podzol	Podzols

Le relazioni intercorrenti tra la legenda FAO, la classificazione del Principi e la suddivisione adottata nei piani di assestamento sono evidenziate anche nell'intestazione di ciascuna tavola.

4. Paesaggi e suoli in Friuli-Venezia Giulia

Il tecnico forestale, da sempre abituato alla valutazione ecologica degli ambienti, risulta senz'altro facilitato da un approccio alla pedologia basato sul paesaggio, quest'ultimo inteso come sintesi visuale dei fattori climatici e fisici che intervengono su un territorio e, in ultima analisi, su un suolo.

Tra il Monte Coglians, posto nel settore nord-occidentale della Regione e le colline di Muggia poste nel settore sud-orientale, vi sono poco più di 200 km lungo i quali si articola un mosaico di paesaggi assai diversi fra loro, da quello alpino delle cime dolomitiche a quello lagunare delle barene di Grado e Marano, così da conferire al territorio una marcata variabilità. Non a caso si discute del paesaggio friulano come *panorama, come veduta pittorica, come sintesi scientifica* (AA. VV., 1993).

Questi paesaggi[1], la cui denominazione non è strettamente fisico-geografica, possono costituire un utile punto di partenza, visivamente noto anche agli occhi dei meno esperti, per osservare le componenti litologiche, geomorfologiche e climatiche del territorio e per comprendere come queste abbiano influito, combinandosi o contrapponendosi, alla formazione dei suoli.

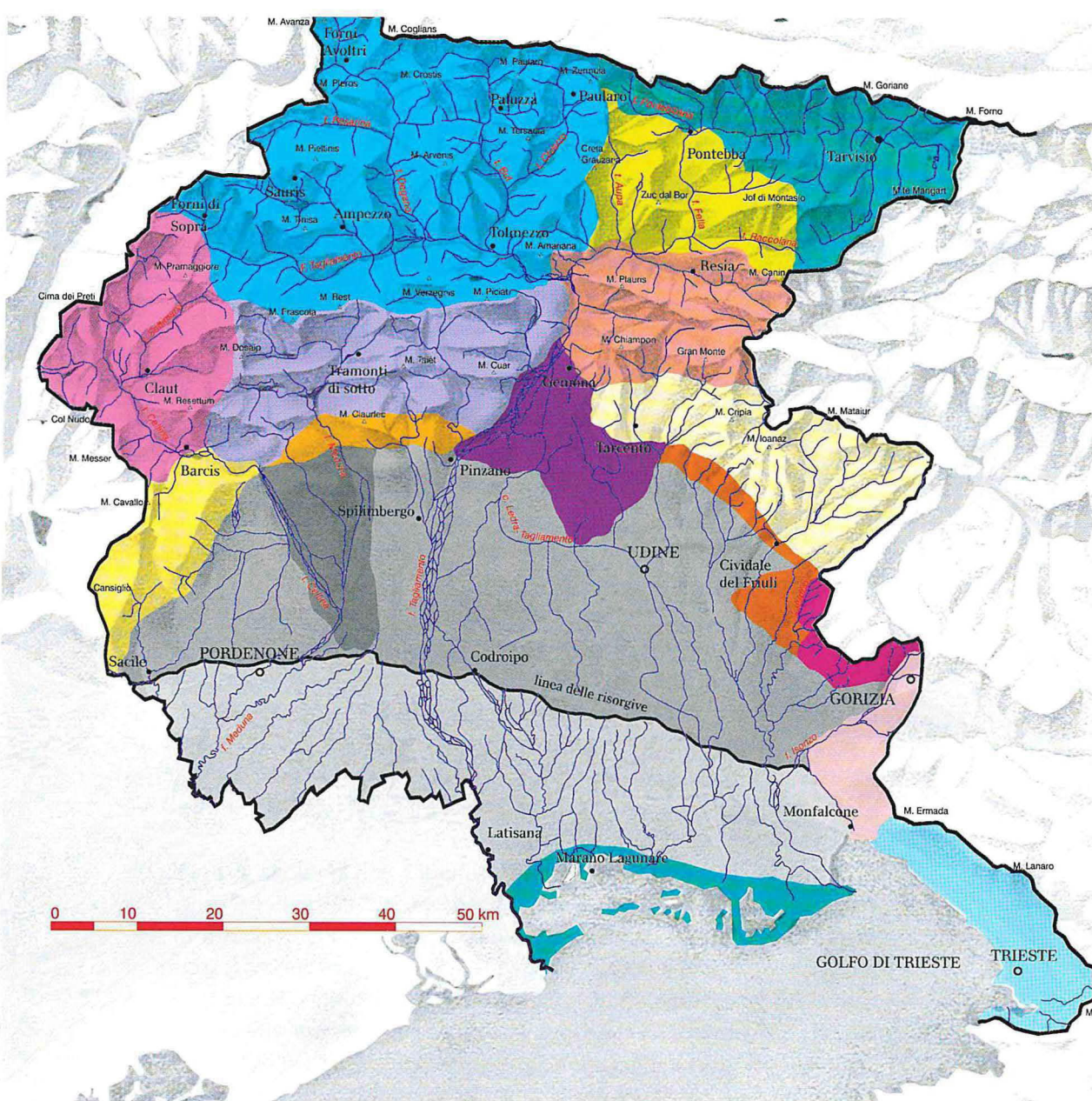
Sembra difficile, in un quadro fisico-climatico variegato come è il Friuli-Venezia Giulia, individuare quali siano le componenti prioritarie e quelle secondarie che influenzano il processo di pedogenesi poiché esse possono variare da luogo a luogo.

Secondo BIONDI (1996) *in pedologia si seguono le variazioni geomorfologiche che sono fortemente correlate con quelle dei suoli. Il suolo cambia però anche in funzione del soprassuolo vegetale e quindi in situazioni omologabili dal punto di vista geomorfologico, si possono rinvenire suoli diversi.*

---

(1) I paesaggi considerati sono quelli utilizzati da DEL FAVERO e altri (l. c.) nell'inquadramento tipologico della vegetazione forestale del Friuli-Venezia Giulia.

Carta geografica del Friuli-Venezia Giulia.

POLI e altri (1994) sostengono che *la geologia fissa la condizione di partenza che in rapporto al regime delle acque, agli andamenti climatici, ecc. incide sulla morfologia la quale a sua volta, insieme a fattori diversi quali il clima, l'altimetria, concorre al disporsi dell'assetto vegetazionale e, ultima, l'attività antropica che, in un processo di "andata e ritorno" è condizionata e condiziona i fattori naturali di base.* In particolare, nell'economia del paesaggio del Friuli-Venezia Giulia, prevalgono in collina e in montagna le componenti morfologiche e fitoclimatiche, mentre in pianura assumono rilevanza quelle idrologiche; l'influenza del fattore antropico, presente in tutti i paesaggi della Regione (VALUSSI, 1977), cresce scendendo dalle Alpi al mare, secondo un gradiente per raggiungere i massimi valori intorno alle città e lungo la costa.

Carta dei paesaggi del Friuli-Venezia Giulia.

4.1 Paesaggio alpino

Il Paesaggio Alpino, delimitato a nord e ad est dai confini di Stato rispettivamente austriaco e sloveno, ad ovest dal confine regionale con il Veneto e a sud dalle Prealpi Giulie e Carniche, comprende, procedendo da ovest verso est: le Dolomiti Friulane, la Carnia, il Canal del Ferro e la Val Canale.

Dal punto di vista climatico, si tratta della zona termometricamente più fredda della Regione, non interessata tuttavia, se non per una stretta fascia a ridosso del confine settentrionale, da un vero continentalismo: infatti, sebbene le precipitazioni piovose siano inferiori a quelle del settore prealpino, esse si mantengono elevate. La vicinanza al mare Adriatico mitiga poi gli estremi termici conferendo all'ambiente alpino un marcato carattere di oceanicità.

Termometria e pluviometria contribuiscono in maniera decisiva a influenzare la pedogenesi cosicché molti suoli alpini hanno caratteristiche simili. Infatti, *negli ambienti freddi e umidi l'alterazione dei minerali primari è lenta, il ferro tende a rimanere in forme ridotte e quel poco che si libera con l'alterazione non riesce a tingere sufficientemente i suoli che assumono colorazioni grigie; i colori dominanti sono quelli espressi dalla sostanza organica e dai minerali primari. Il suolo tende a perdere ferro e a trattenere silice* (MICHELUTTI e GOTTARDO, l. c.).

Altro elemento importante da considerare nella pedogenesi dell'ambiente alpino è il substrato. La composizione litologica, nel territorio in esame risulta molto eterogenea; si assiste, infatti, all'alternanza di formazioni carbonatiche (calcari, dolomie, gessi, marne) con formazioni silicatiche (arenarie e argilloscisti) (DEL FAVERO e altri, l. c.). Le prime, che originano forme aspre del paesaggio, danno vita a processi pedogenetici diversi in relazione alla geomorfologia. Così i ripidi versanti possono essere del tutto privi di suolo, mentre la loro base costituisce un sito di accumulo favorevole alla pedogenesi.

Arenarie e argilloscisti, che danno vita a rilievi addolciti nelle forme, risultano invece generalmente più favorevoli alla formazione di un suolo potente sia per la maggior alterabilità della roccia, sia per le forme del rilievo che riducono i processi di erosione e accumulo.

Al clima e alla litologia si aggiunge l'azione di altri fattori; uno di questi, il glacialismo quaternario ha agito sul paesaggio ampliando i solchi vallivi e modellando sui loro fianchi una serie di terrazzi morenici sovrapposti (VALUSSI, l. c.), modificando le originali forme e trasportando materiale a notevole distanza. Altri agenti fisici, atmosferici e non,

Tipica veduta di paesaggio alpino friulano: alle aspre formazioni carbonatiche si alternano quelle silicatiche più dolci, Sauris (Udine).

con azioni meno evidenti del glacialismo, ma non per questo meno efficaci, contribuiscono tuttora alla modificazione dell'ambiente con i processi di denudazione dovuti al fenomeno gelo-disgelo, alla neve e alle acque superficiali.

Volendo in sintesi indicare il processo pedogenetico al quale più di frequente si assiste nel paesaggio alpino, tenendo conto delle condizioni climatiche indicate e della litologia prevalente si può dire, con le parole di MICHELUTTI e altri (1997) che *le condizioni di bassa temperatura non favoriscono la mineralizzazione della sostanza organica la quale tende ad accumularsi in superficie in forme poco umificate*. Questo porta alla formazione di suoli poco evoluti a profilo di tipo AC, OC (*regosols*, *leptosols*, *histosols*) e raramente, quando la roccia è povera in basi, di *podzols*.

4.1.1 Dolomiti Friulane. Le Dolomiti Friulane costituiscono il lembo più occidentale del famoso fenomeno dolomitico che ha sede nel vicino Veneto, in Cadore e nella Conca Ampezzana. I massicci dolomitici si contraddistinguono per la verticalità delle pareti, che raggiungono da sole anche i mille metri, e per le spettacolari guglie e torri che ornano le cime. Questa aspra morfologia è frutto di un'erosione che poco ha potuto contro la notevole stabilità e la scarsa alterabilità della dolomite, caratteristica peculiare di questa roccia. Non solo le cime e l'alta quota risultano impervie: le valli, infatti, sono spesso strette, incise e raramente lasciano

Le guglie e le torri presenti nelle pareti dei massicci dolomitici conferiscono all'ambiente alpino un aspetto spettacolare. La scarsa alterabilità della roccia dolomitica non consente però la formazione di suoli potenti, Forni di Sopra (Udine).

spazio alla formazione di conche utili all'insediamento umano e alle colture.

Se lungo i versanti la formazione del suolo è impedita dalla verticalità tanto da non poter parlare neppure di *lithosol*, alla base delle pareti si accumula il detrito derivante dalla disgregazione operata dall'azione crioclastica, ovvero dall'azione del gelo-disgelo dell'acqua penetrata nelle fessure della roccia.

In questi accumuli il processo di pedogenesi è limitato da alcuni fattori quali il ringiovanimento del profilo dovuto all'apporto detritico e all'elevato drenaggio dell'acqua nel suolo determinato dall'abbondanza di vuoti e meati tra un clasto e l'altro. Nelle valli strette, la base del pendio confina spesso con il letto dei torrenti, a loro volta interessati da notevole trasporto solido e da frequenti alluvioni, che depositano massicci quantitativi di detrito affianco all'alveo creando un inghiaiamento dei suoli circostanti. Questi imprevisti pedologici se ripetuti nel breve periodo possono talvolta modificare una certa tendenza evolutiva; generalmente però sono da considerare del tutto fisiologici, data la lentezza della pedogenesi.

Qualora l'ambiente rimanga indisturbato per un periodo di tempo molto prolungato, si assiste alla generazione di un suolo che si autoalimenta della sostanza organica vegetante sullo strato superficiale e che può ospitare, col passare dei secoli, indifferentemente vegetazione erbacea o

Ai margini delle torbiere alpine si possono incontrare gli *histosols*, suoli incapaci di mineralizzare la sostanza organica a causa delle rigide condizioni climatiche, Cimolais (Pordenone).

arborea. Dal punto di vista tassonomico si avranno dei *regosols*, quando al disotto degli strati organici vi è roccia incoerente, mentre a ridosso dei torrenti si formeranno dei *fluvisols*. Nel caso di suolo incapace di mineralizzare la sostanza organica a causa delle rigide condizioni climatiche di cui si è accennato sopra, si avranno, quando lo strato organico risulta cospicuo, gli *histosols*. Raramente, infine, nelle microlocalizzazioni più favorevoli indisturbate e mature a profilo più potente si formeranno i *phaeozems*.

4.1.2 Carnia. Nella Carnia appare dominante il contrasto tra le masse rocciose delle catene calcaree e dolomitiche che la incorniciano con gli altopiani e le dorsali argilloscistose del nucleo interno, a più dolce modellamento e con rivestimento vegetale fino alle cime più alte.

Le formazioni carbonatiche si concentrano soprattutto (fatta eccezione per altri rilievi isolati che emergono dal substrato silicatico) lungo il confine con l'Austria nella cosiddetta Catena Carnica Principale costituita quasi esclusivamente da calcari paleozoici. L'aspetto di questi rilievi risulta decisamente aspro e conferisce all'ambiente una marcata impronta alpina, per molti versi simile a quella delle Dolomiti Friulane per quanto attiene alla morfologia e alla pedogenesi; trattandosi però di emersioni

I substrati silicatici, diffusamente presenti in Carnia come arenarie e argilloscisti, formano dei rilievi modellati spesso boscati o inerbiti fino alla sommità, Ligosullo (Udine).

calcaree più antiche risultano più alterabili. Gli altri rilievi carbonatici sono costituiti da rocce dolomitiche Carniche, rocce meno compatte di quelle delle Prealpi, ma che formano ugualmente delle aspre dorsali. Appartengono al gruppo dei substrati carbonatici anche gessi e dolomie cariate, rocce molto erodibili e poco stabili, oggetto di un'erosione selettiva che ha generato ampie conche interne che hanno svolto un'importante azione attrattiva per l'insediamento dei vari canali (Comeglians, Ovaro, Paluzza) (VALUSSI, l. c.). Dal punto di vista pedogenetico, i substrati gessosi, soprattutto alla base dei versanti, possono dare luogo ad accumuli di sostanza organica, ovvero orizzonti mollici e/o cambici (*cambisols*) più ospitali per la vegetazione arborea.

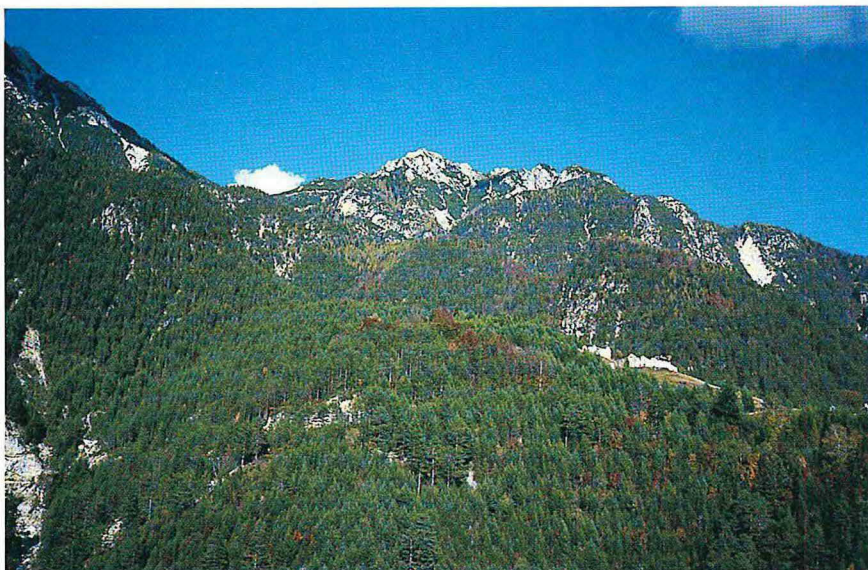
Un discorso più approfondito meritano i cosiddetti substrati silicatici formati da rocce terrigene come le arenarie e gli argilloscisti che ricoprono gran parte del territorio carnico. I rilievi sono dotati di forme dolci soprattutto nel ripiano sommitale; qui i fenomeni erosivi risultano ridotti rispetto a quelli che avvengono lungo il versante, l'acqua non è soggetta a percolazione o dilavamento, si assiste a un approfondimento del profilo e una successiva differenziazione in orizzonti a formare *phaeozems* e *cambisols*. Nel ripiano basale si rinvengono essenzialmente gli accumuli più o meno differenziati degli elementi rimossi e trasportati dalle parti più alte del rilievo. I suoli sono generalmente profondi e ben sviluppati.

Le arenarie e gli argilloscisti consentono la formazione di suoli profondi e ben sviluppati come *luvisols, dystric cambisols, alisols e acrisols.* Su questi suoli il bosco misto di abete rosso, abete bianco e faggio, rappresentato da più tipologie forestali, trova le migliori condizioni di vegetazione, Paluzza (Udine).

In generale è evidente una buona attitudine da parte delle rocce silicatiche alla formazione di suoli potenti. In particolare sulle arenarie mesozoiche sono frequenti i *cambisols* mentre sul flysch del Paleozoico (argilloscisti) numerosi sono i suoli ancora più maturi e a grado di desaturazione elevato come gli *alisols*, i *luvisols* e gli *acrisols*.

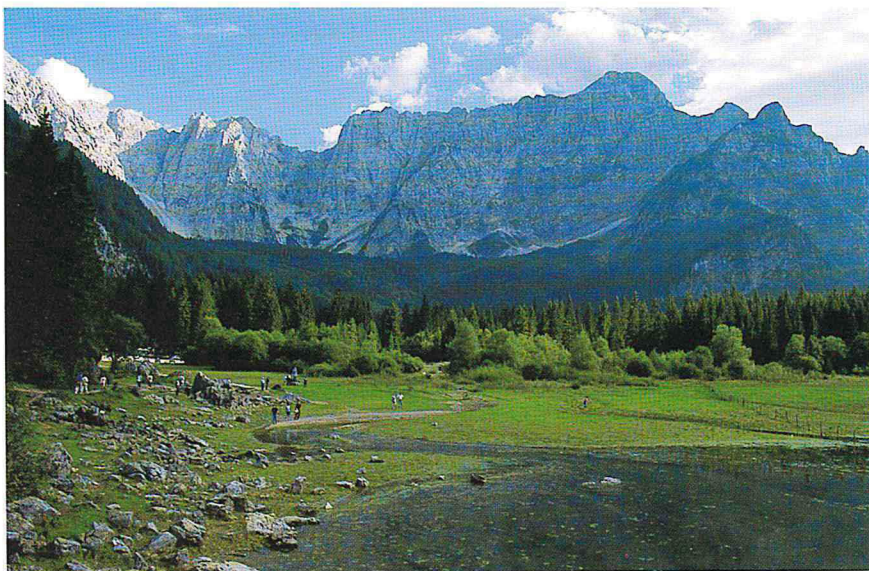
Nelle aree alluvionali più recenti la pedogenesi non è ancora stabile a causa dei continui apporti terrigeni e risulta difficile definire quale sia il *trend* pedologico più frequente.

4.1.3 Canal del Ferro. Il Canal del Ferro deve il proprio nome al passato minerario che caratterizzava questa porzione nord-orientale del paesaggio alpino. Si tratta di un territorio molto aspro in cui le *catene calcareo dolomitiche incombono con muraglie imponenti su uno stretto corridoio vallivo che ha respinto l'insediamento nei canali laterali* (VALUSSI, l. c.).

Solo il fondovalle ha, infatti, concesso l'insediamento umano, ad oggi in netto regresso, e ristrette attività di coltivazione costantemente condizionate dalle stagionali alluvioni del Fella e dei suoi affluenti (Dogna, Raccolana ecc.). Si tratta di una valle ove il profilo a "V", tipico dell'incisione operata dalle acque, prevale soprattutto nel fondovalle su quello

Sui rilievi calcareo dolomitici del Canal del Ferro le pareti rocciose vengono colonizzate dalla pineta di pino nero e di pino silvestre che si sviluppa su suoli di ridotto spessore come i *rendzic leptosols*. I rilievi a morfologia meno aspra consentono la formazione di suoli più potenti come i *phaeozems* che garantiscono a specie più esigenti, come il faggio di insediarsi, Dogna (Udine).

a "U", operato dai ghiacciai. Nei rari e ristretti lembi non acclivi in prossimità dell'alveo, i frequenti apporti solidi detritici operati dal torrente danno luogo a suoli tipici di riporti successivi quali i *fluvisols*; si possono riscontrare anche i *regosols* su un remoto evento alluvionale oppure i *leptosols* sulla roccia compatta.

La buona stabilità dei rilievi calcareo dolomitici dà luogo raramente ad eventi franosi o crolli, ma la verticalità quasi estrema delle pareti non consente insediamenti vegetali ad eccezione di qualche formazione primitiva con pino nero. Il fenomeno erosivo si manifesta soprattutto alla sommità delle pareti sull'orlo di scarpata dove si hanno suoli di ridotta potenza (*lithic leptosols*) e talvolta la roccia madre affiorante. Tuttavia alcuni rilievi presentano la sommità addolcita; questo può essere frutto di una locale variazione litologica oppure di un'azione glaciale selettiva che ha battuto le porzioni medio alte del versante; questa evenienza è altresì confermata dalla presenza di alcuni terrazzi. Questi siti, in passato sfruttati per l'alpeggio estivo, risultano facilmente osservabili dal fondovalle perché privi di vegetazione arborea. La passata destinazione ad uso agricolo ha, tuttavia, consentito l'apporto di molta sostanza organica favorendo la formazione di *phaeozems*, di *humic cambisols* e di altri suoli a minore maturazione come i *leptosols* dotati però di orizzonti mollici.

Il versante meridionale della Val Canale, molto aspro e pendente, é costituito dalle rocce calcareo dolomitiche delle Alpi Giulie, i cui suoli risultano molto meno profondi di quelli presenti sull'opposto versante o nel fondovalle, Tarvisio (Udine).

I laghi di Fusine si sono formati a seguito di uno sbarramento causato dai depositi morenici. I boschi di questa zona si sviluppano su suoli profondi come i *cambisols* derivanti dall'alterazione del materiale morenico, Fusine-Tarvisio (Udine).

4.1.4 Val Canale. All'estremo lembo nord orientale della regione Friuli-Venezia Giulia il territorio della Val Canale, valle a sviluppo longitudinale, costituisce la porta verso l'Austria e la Slovenia. Anche dal punto di vista morfologico si ha un anticipo di quelle che sono le caratteristiche delle due regioni confinanti: un rilievo terrigeno-arenaceo, che appartiene orograficamente alle Caravanche, e che prosegue oltre confine a segnare il limite territoriale tra Slovenia e Austria.

La Val Canale è caratterizzata da una marcata asimmetria dei versanti, quello meridionale molto aspro e pendente formato dalle rocce dolomitiche e calcaree delle Alpi Giulie e quello settentrionale costituito da arenarie e siltiti ricco di boschi. Il fondovalle è dolcemente modellato da morene glaciali a matrice terrigena coltivate a prato e ancora oggi regolarmente sfalciate.

Le rocce calcaree e dolomitiche presiedono alla formazione di quei processi pedogenetici tipici dei substrati carbonatici, già evidenziati nelle Dolomiti Friulane e soprattutto nel Canal del Ferro. Ciò che rappresenta la diversità in questo paesaggio sono le morene terrigene e in parte i rilievi arenacei; tra i substrati sciolti le morene costituiscono senza dubbio il termine più interessante dal punto di vista della pedogenesi. *I depositi morenici, infatti, assumono particolare importanza in quanto, trattandosi di materiali che hanno già subito un più o meno consistente processo di alterazione nelle varie componenti minerali, possiamo aspettarci tipi di suolo più evoluti o suoli interessati da processi pedogenetici più complessi* (WOLF, 1993). I suoli osservati con maggiore frequenza sono i *cambisols* che con relativa velocità sviluppano l'orizzonte di alterazione e un profilo abbastanza potente. Più raramente si incontrano i *luvisols*, suoli a maggiore maturazione e desaturazione degli orizzonti superficiali.

4.2 Paesaggio prealpino

Il Paesaggio prealpino si pone a cornice meridionale del Paesaggio alpino sviluppandosi longitudinalmente dal limite regionale con il Veneto fino al confine con la Slovenia.

Pur essendo un territorio interamente montagnoso le Prealpi si differenziano dalle Alpi per il minore sviluppo altimetrico dei propri rilievi che solitamente non superano i 2000 metri di quota. Le precipitazioni in questa porzione di territorio sono veramente elevate, raggiungendo anche i 3000 mm annui. La catena prealpina costituisce, infatti, il primo sbarramento opposto alle correnti umide adriatiche che impattando rila-

Lo sviluppo longitudinale della catena prealpina costituisce un formidabile sbarramento per le correnti adriatiche umide provocando eventi piovosi di forte entità che causano nel suolo la lisciviazione dei carbonati dagli orizzonti superficiali a quelli profondi, Lusevera (Udine).

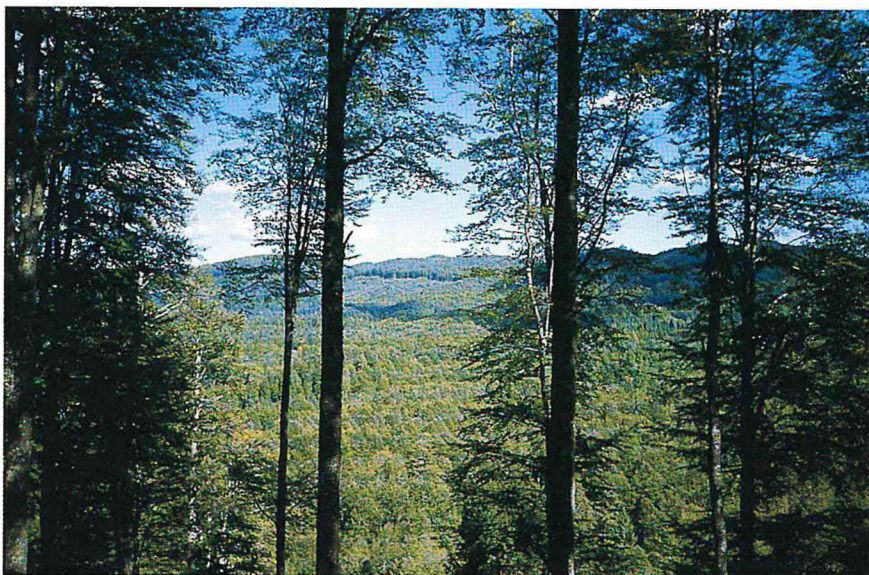
sciano, soprattutto nelle stagioni autunnale e primaverile, piogge giornaliere di cospicua entità.

La ripercussione principale delle abbondanti precipitazioni sta, in un regime di umidità del suolo di tipo percolativo, nell'arricchimento in profondità di carbonati secondari frutto della lisciviazione degli orizzonti sovrastanti. Questo processo, che si può verificare in un contesto ove litologia e morfologia non sono le componenti prioritarie nella pedogenesi, dà luogo ai *calcisols*.

Dal punto di vista litologico nel Paesaggio prealpino si segnalano due componenti principali: quella carbonatica, presente nel settore settentrionale (dolomia intercalata da qualche banco calcareo) nelle Prealpi Carniche ad ovest e nelle Prealpi Giulie ad est, e quella silicatica a flysch arenaceo marnoso, nel settore meridionale, che si sviluppa in una fascia dallo spessore via via più consistente passando dalle Prealpi Carniche Meridionali verso le Prealpi Giulie Meridionali.

I processi pedogenetici relativi a queste due componenti prendono due vie sensibilmente diverse. Il flysch presiede alla formazione di suoli potenti e desaturati come *luvisols*, *acrisols* e *alisols*, grazie anche al contributo delle elevate precipitazioni; le rocce carbonatiche, invece, risultano condizionate da un substrato poco alterabile che origina suoli sottili in cui l'acqua non viene trattenuta, ma percola attraverso il profilo o scorre lungo il versante. I suoli rimangono quindi condizionati dai disturbi operati dai processi morfogenetici e, a seconda dell'intensità di questi ultimi, si avranno soprattutto *leptosols* o *regosols*.

4.2.1 Prealpi Venete. Appartiene al Paesaggio delle Prealpi Venete l'altipiano del Cansiglio che per una sua parte rientra anche nella regione Veneto. Si tratta di un contrafforte calcareo che si erge dall'Alta pianura e che è interessato da fenomeni carsici molto spinti; la morfologia ricca di doline e l'assenza di acque di scorrimento superficiale ne sono una buona testimonianza. La posizione esterna alle Alpi favorisce la presenza di temperature non rigide (ad eccezione delle particolari condizioni di inversione termica riscontrabili nelle doline), le precipitazioni, viceversa, risultano molto intense e concentrate in eventi di notevole entità. In queste condizioni la pioggia utile alla vegetazione risulta sensibilmente inferiore alla pioggia caduta. Ciò accade soprattutto nel versante dell'altopiano esposto a sud che si erge ripido sulla pianura, ove si osservano dei suoli molto sottili come i *lithic leptosols* condizionati dalla pendenza e dall'elevata evapotraspirazione oltre che dagli intensi piovaschi; ad essi si alternano *leptosols* a profilo più potente ubicati in nicchie più favorevoli.

Entro la grande dolina del Cansiglio la storica tradizione forestale ha con-

Veduta della parte friulana del bosco del Cansiglio. Entro la grande dolina si sviluppano suoli ricchi di sostanza organica, Caneva (Pordenone).

sentito di conservare fino ai giorni nostri una copertura vegetale, che ha positivamente condizionato la formazione del suolo garantendo nei secoli un regolare apporto di sostanza organica. Ciò ha dato origine a dei suoli più ricchi di carbonio organico rispetto ad altri che a parità di condizioni (eccetto per la vegetazione) risultano sensibilmente meno sviluppati. Si incontrano così sul calcare puro i *cambisols* e i *phaeozems*, mentre sui calcari marnosi e sul fondo delle doline di minori dimensioni prevalgono i *luvisols*.

4.2.2 Prealpi Carniche. Si tratta di una porzione di territorio piuttosto aspra che poco ha conosciuto, anche nei secoli passati, la presenza umana nonostante la vastità del territorio. La morfologia molto impervia, ricca di valli strette percorribili con difficoltà ha, infatti, ostacolato la permanenza e il transito delle popolazioni. Soltanto allo sbocco di alcune valli, ove si aprono ampie conche, vi sono degli imponenti coni di deiezione sui più antichi dei quali sono stati edificati i centri abitati.

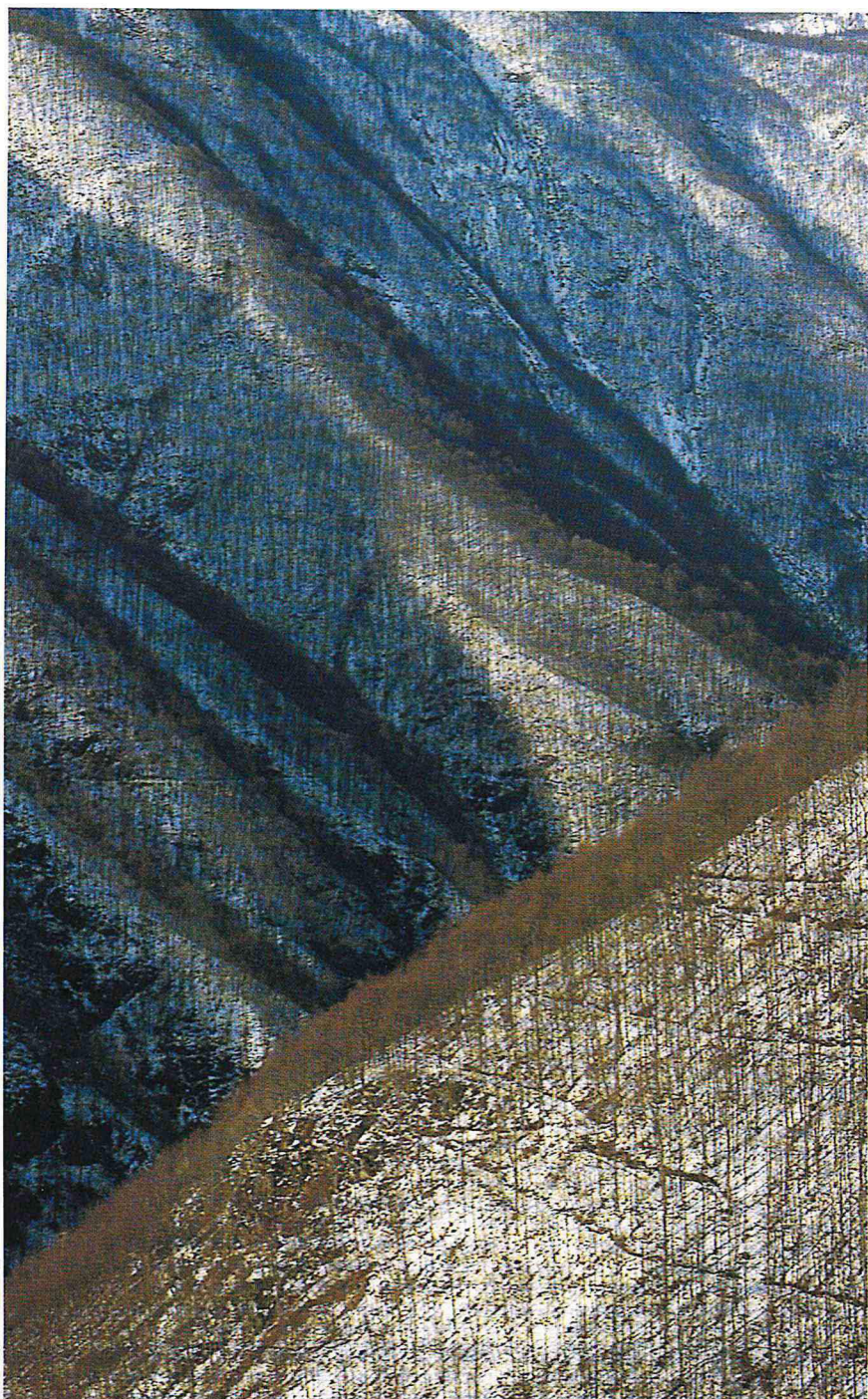
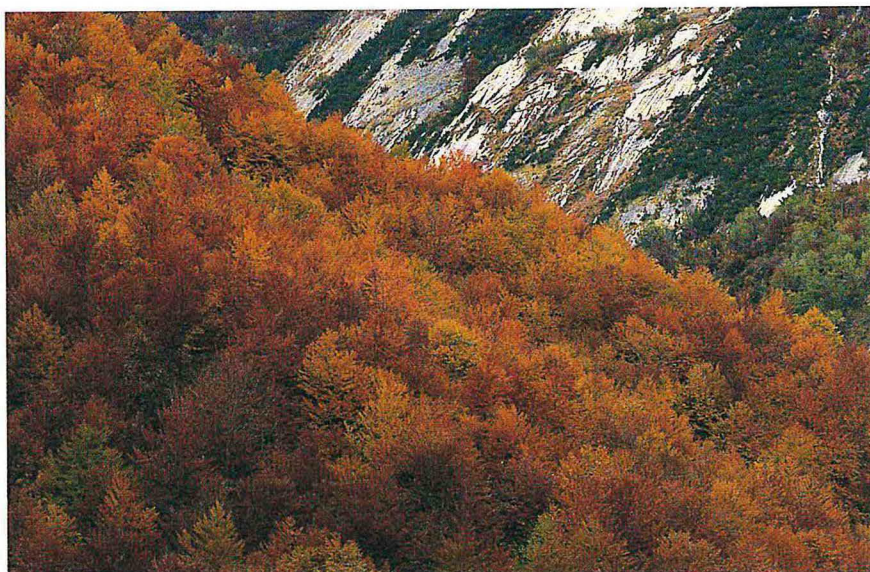
Le rocce carbonatiche (per lo più dolomitiche) risultano dure e compatte, *le montagne sono fortemente scoscese, l'erosione è intensa e il territorio montano è alquanto sterile. In queste condizioni si rinvengono suoli di erosione poco evoluti a profilo AR (leptosols)* (MICHELUTTI e altri, l. c.). Gran parte della frazione boschiva vegeta, infatti, sulla roccia dolomitica compatta di versante. Tuttavia i processi fisici dominanti, che si possono ricondurre alla deposizione di rocce erose dalle pareti rocciose o dai tor-

Le rocce dolomitiche delle Prealpi Carniche hanno conferito una marcata asprezza al territorio, deprimendo l'insediamento umano e favorendo la conservazione di una elevata superficie forestale che si sviluppa su suoli mediamente poco profondi come *leptosols* e *regosols*, Socchieve (Udine).

renti, spesso originano suoli tassonomicamente ascrivibili ai *regosols* (su roccia incoerente) o ai *leptosols* (su roccia compatta). Ambedue questi suoli sono comunque dotati di orizzonti organici e minerali, ricchi di sostanza organica.

4.2.3 Prealpi Giulie. Le Prealpi Giulie costituiscono l'ideale continuazione delle omologhe Carniche verso oriente, chiudendo per quanto concerne il territorio italiano la cerchia prealpina che ha inizio in Lombardia. In questa zona, lungo la catena dei monti Musi si misurano le precipitazioni piovose più elevate dell'intero territorio nazionale.

Secondo VALUSSI (l. c.) la forte piovosità (anche 3000 mm annui) ha spinto al massimo i processi di degradazione del suolo e della vegetazione provocando un notevole abbassamento dei limiti fisici e biologici.

Diversamente dalle Prealpi Carniche l'orientamento delle valli segue di preferenza la direzione est-ovest creando un marcato dimorfismo sui versanti; quello esposto a sud patisce una marcata evapotraspirazione, quello esposto a nord riceve un irraggiamento molto minore; la conseguenza di questo dimorfismo sta, a parità di precipitazioni, nella formazione nel versante sud di *leptosols* e *regosols*, suoli tendenzialmente erosi dagli eventi atmosferici ed incapaci di accumulare l'acqua. Nelle esposizioni nord, invece, si assiste ad un copioso accumulo di sostanza organica

Le elevate precipitazioni atmosferiche che si verificano sulle Prealpi Giulie consentono alla faggeta submontana buone condizioni di sviluppo, Resia (Udine).

Sui versanti esposti a sud la pedogenesi risulta lenta e difficile mentre nelle esposizioni nord l'accumulo di sostanza organica favorisce la formazione di *phaeozems* sui quali si sviluppano la faggeta montana e la faggeta submontana, Resia (Udine).

indecomposta che non sempre riesce ad essere smaltita con i normali ritmi di alterazione e mineralizzazione della sostanza organica, cosicché nelle situazioni più spinte si incontrano *histosols* e *phaeozems*.

4.2.4 Prealpi Carniche Meridionali e Prealpi Giulie Meridionali. Essendo la divisione delle Prealpi Meridionali in Carniche e Giulie meramente geografica si è ritenuto opportuno trattare congiuntamente queste due unità. Ai fini della pedogenesi, infatti, i processi sono i medesimi per quello che attiene il substrato di origine; la diversità è legata a una debole differenza di precipitazioni (superiori nelle Giulie) che comunque si mantengono ad un livello elevato. Le Prealpi Meridionali sono dei rilievi a minore altitudine (al massimo 1000 m) e a forma decisamente più dolce delle Prealpi vere e proprie. Sono costituite da un flysch arenaceo marnoso di epoca eocenica, talvolta intercalato a calcari e calcareniti (ad esempio, la pietra piasentina). Quello del flysch è un substrato molto alterabile, che consente la formazione di un suolo potente e desaturato come lo è il *luvisols.* Talvolta l'abbondanza delle precipitazioni contribuisce alla lisciviazione degli orizzonti superficiali rendendoli particolarmente acidi, con bassa saturazione in basi e capacità di scambio cationico originando gli *acrisols*.

Il flysch non è un substrato molto stabile e spesso si verificano fenomeni franosi riconducibili a soliflussi o a scivolamenti; la copertura vegetale

Sui rilievi arenaceo marnosi si sviluppano suoli potenti e desaturati come i *luvisols* (ove prevale la marna) e *alisols* e *acrisols* (ove prevale l'arenaria). Su questi suoli, solitamente acidi, si trovano i castagneti e i rovereti della serie acida, Torreano (Udine).

Particolare del flysch arenaceo marnoso del cenozoico, substrato molto alterabile che genera suoli profondi, ma dotato di scarsa stabilità, Torreano (Udine).

in questo caso può evitare l'insorgere di certi eventi, ma nulla può contro i fenomeni già in atto.

Il paesaggio collinare, qui rappresentato dagli ultimi lembi posti a ridosso delle Prealpi, ha subito una forte pressione antropica che ha relegato il bosco ai margini per fare spazio alle colture agrarie e agli insediamenti umani, Tarcento (Udine).

4.3 Paesaggio collinare

Nel Paesaggio collinare sono state inserite le unità costituite dalle Colline Moreniche, dai Colli Orientali e del Collio, considerati fisionomicamente affini per la morfologia dolce, tipica di rilievi a ridotta altitudine degradanti dalle Prealpi e posti a ridosso della pianura.

Le Colline Moreniche, di origine diversa rispetto ai Colli Orientali e al Collio, sono delle morene terrigene a composizione mista (substrati carbonatici e silicatici) residui meridionali del ghiacciaio del Tagliamento. Il Collio e i Colli Orientali hanno la medesima origine eocenica flyscioide arenaceo marnosa; la loro suddivisione in due paesaggi diversi ha un'origine più storica o per meglio dire antropica, ispirata alle zone di produzione di vino DOC, che si è voluto mantenere perché usualmente adottata.

Il Paesaggio collinare ha subito forse più degli altri le modificazioni antropiche: se le Colline Moreniche si misurano continuamente con l'espansione urbanistica, il Collio e i Colli Orientali sono stati interessati fin da tempi remoti dalla coltivazione della vite; ciò ha contribuito alla formazione di un paesaggio diverso da quello originario - anche nelle caratteristiche pedologiche - garantendo però, grazie alla presenza dei viticoltori, il perpetuarsi nei secoli dei lembi di bosco ceduo e delle siepi.

Sui rilievi ondulati delle colline moreniche, tra le colture agrarie e i prati, si stendono le fasce boscate di robinieto, querco-carpineto collinare e rovereto collinare. I suoli riscontrabili, derivanti dall'alterazione in sito delle morene, appartengono generalmente ai *dystric cambisols*, Rive d'Arcano (Udine).

Questa presenza antropica garantisce, infatti, la continuità delle cure colturali di cui queste formazioni necessitano in un ambiente così fragile.

4.3.1 Colline Moreniche[2]. Le Colline Moreniche, poste ad anfiteatro in tre semicerchi concentrici a nord di Udine, costituiscono un paesaggio che oggi rende poca testimonianza di ciò che era in passato.

Nella sua notevole estensione l'area comprende sia superfici pianeggianti intermoreniche, sia dolci rilievi. Un tempo le zone vallive ospitavano laghi successivamente trasformatisi in torbiere grazie all'accumulo di sostanza organica dato che l'acqua crea un ambiente anaerobico che non consente ossidazioni. L'uomo poi ha assoggettato questi ambienti a bonifica per ottenere terreni agricoli sui quali oggi si effettua prevalentemente l'avvicendamento colturale. I rilievi ad andamento mosso ed ondulato, oggi sempre più ambiti per la costruzione di edifici residenziali, avevano nel prato stabile, nelle siepi campestri, nelle macchie boschive, nelle grandi piante isolate di rovere o farnia gli elementi prevalenti del paesaggio (AA. VV., l. c.).

---

(2) Una diversa specificazione, più precisa in termini strettamente geologici, prevede la distinzione delle "Colline" in due situazioni differenti: l'anfiteatro morenico propriamente detto e le colline mioceniche costituite dai rilievi di Buia e di Castelnuovo del Friuli.

Nel Collio e nei Colli Orientali il bosco occupa i versanti esposti a nord oppure le posizioni a morfologia più accidentata, su suoli profondi come *cambisols, luvisols, alisols e acrisols*, Corno di Rosazzo (Udine).

I boschi cedui attualmente occupano i versanti interni rivolti a settentrione, zone non vocate all'agricoltura; i profili scavati in questi siti indicano la presenza di suoli mediamente profondi riconducibili frequentemente ai *cambisols*.

4.3.2 Colli Orientali e Collio. I Colli Orientali e il Collio si caratterizzano per il susseguirsi di dolci rilievi di epoca eocenica costituiti da rocce arenaceo marnose (flysch), tipicamente ricoperti dai noti vigneti nei versanti caldi esposti a sud e da lembi di bosco nei versanti nord o nei lembi a morfologia accidentata. In accordo con POLI (l. c.) si è osservato che quando le arenarie sono prevalenti si formano dei gropponi rotondeggianti con fianchi di solito poco acclivi, mentre ove prevalgono le marne sono presenti forme più accidentate anche con creste aguzze e fianchi ripidi.

Il flysch eocenico risulta talvolta interessato dalla presenza di vene calcaree (soprattutto calcareniti) immerse al suo interno. La diversa alterabilità e stabilità delle due rocce fa sì che notevole risulti la differenza in termini pedogenetici. Infatti l'analisi dei profili eseguiti su porzioni interessate da bosco ha messo in luce due tendenze: le arenarie e le marne consentono la formazione di suoli maturi simili a quelli descritti nelle Prealpi Giulie e Carniche Meridionali (*dystric cambisols*, *alisols*, *acrisols*, *luvisols*) dotati di reazione acida e subacida in quasi tutti gli orizzonti;

L'Alta pianura friulana si è sviluppata sui depositi fluvioglaciali costituiti da detriti grossolani. La vegetazione presente nell'Alta pianura risulta ridotta alla sola vegetazione ripariale costituita soprattutto da salici e da ontani, Meduno (Pordenone).

sulle calcareniti prevalgono situazioni più primitive come quelle dei *leptosols* cui si affiancano talvolta suoli leggermente più maturi come *phaeozems* e *cambisols*, ancora però fortemente influenzati dalla massiccia presenza di carbonati negli orizzonti superficiali. Certamente la presenza delle arenarie, costituzionalmente molto alterabili favorisce lo sviluppo di un profilo molto potente.

4.4 Paesaggio dell'alta pianura

L'Alta pianura occupa una discreta porzione del territorio regionale. Essa ha avuto origine dai depositi fluvioglaciali derivanti dallo sfaldamento dei rilievi alpini e prealpini operato dai ghiacciai. Questi detriti, di pezzatura anche consistente, sono caratterizzati dal fatto di essere molto permeabili. Nell'ambito dell'Alta pianura friulana si possono distinguere due situazioni: l'Alta pianura udinese e goriziana e l'Alta pianura pordenonese.

4.4.1 Alta pianura udinese e goriziana. L'attuale paesaggio dell'Alta pianura udinese risulta notevolmente diverso rispetto a quello originario. Si tratta, infatti, della zona a più alto insediamento urbano e commerciale di tutta la Regione.

Questo territorio risulta per buona parte coperto dai depositi fluvioglaciali e dai sedimenti alluvionali recenti derivanti dal trasporto di materiale soprattutto carbonatico e in subordine arenaceo-marnoso. Queste ultime rocce hanno consentito la formazione di suoli come *eutric* e *dystric cambisols* e *luvisols*. Diversamente sui sedimenti alluvionali recenti e attuali si sono formati dei *fluvisols* e dei *gleysols* nelle aree più depresse.

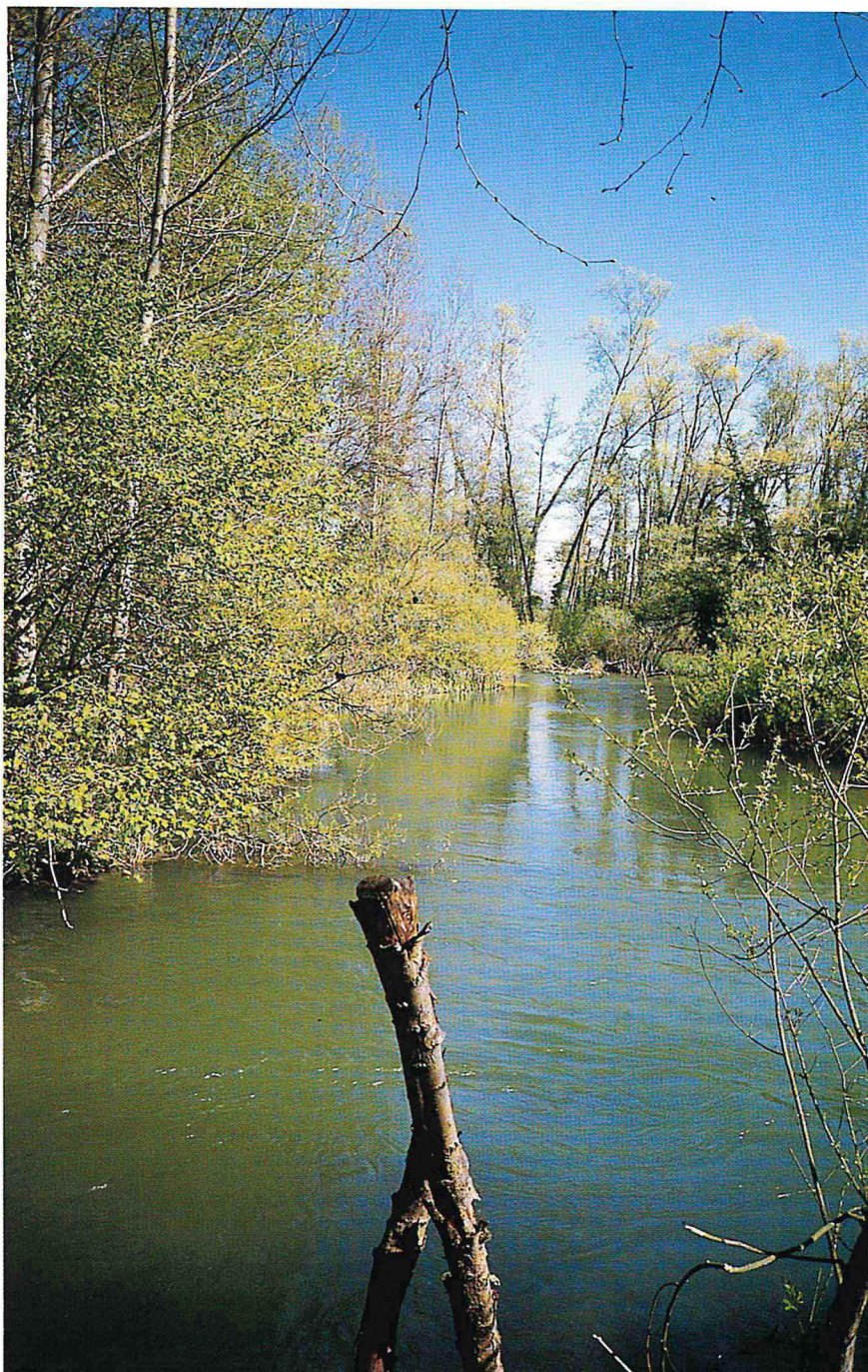
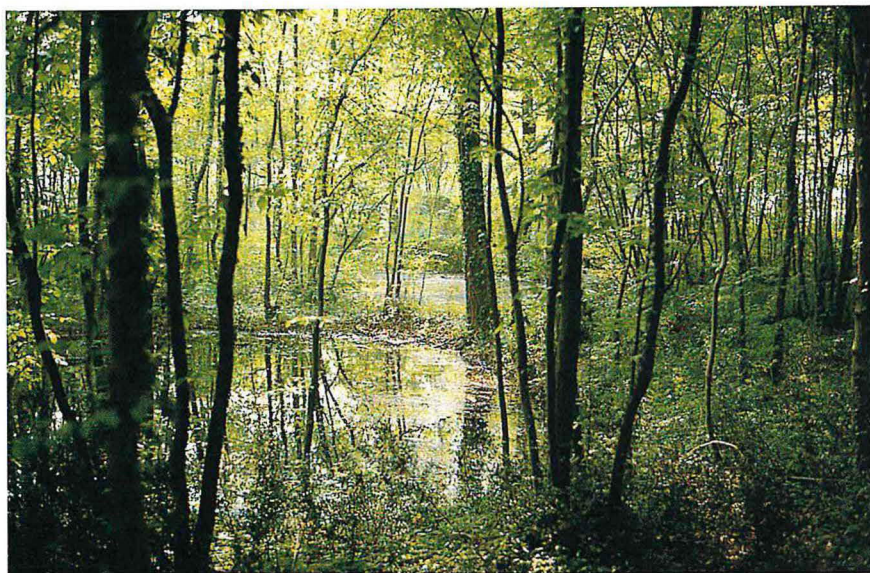
4.4.2 Alta pianura pordenonese. Un discorso diverso vale per la zona pordenonese in quanto l'Alta pianura si è qui formata esclusivamente grazie all'apporto detritico di alcuni torrenti come il Cellina e il Meduna caratterizzati ancora oggi da un massiccio trasporto solido di materiale litico carbonatico a pezzatura sovente grossolana proveniente dalle Prealpi Carniche. In generale tutto il territorio pordenonese risulta quindi condizionato da un substrato molto drenante sul quale si è sviluppato un suolo generalmente sottile, ricco in scheletro meno vocato all'agricoltura rispetto alla corrispondente zona udinese; va ricordato però che negli ultimi anni, con consistenti opere di canalizzazione, l'uomo ha potuto effettuare la "bonifica" di questi territori ottenendo terreno agricolo da coltivare proficuamente. I suoli che si riscontrano nell'Alta pianura pordenonese sono i *calcaric phaeozems* privi dell'orizzonte cambico ben espresso o i *calcaric cambisols*.

Accanto alle vecchie praterie, in prossimità degli alvei, esistono dei territori non estesi denominati "magredi" entro i quali cresce esclusivamente vegetazione erbacea. Si tratta di zone molto sterili dal punto di vista agronomico, ma dall'elevato valore naturalistico.

4.5 Paesaggio della bassa pianura

La linea delle risorgive segna il confine superiore della Bassa pianura ponendo fine ai depositi grossolani dell'Alta pianura. L'emersione delle acque in fiumi aventi portata e temperatura costante durante tutto il corso dell'anno, avviene in corrispondenza di banchi argillosi e limosi, che impongono la risalita dell'acqua in superficie perché impermeabili.

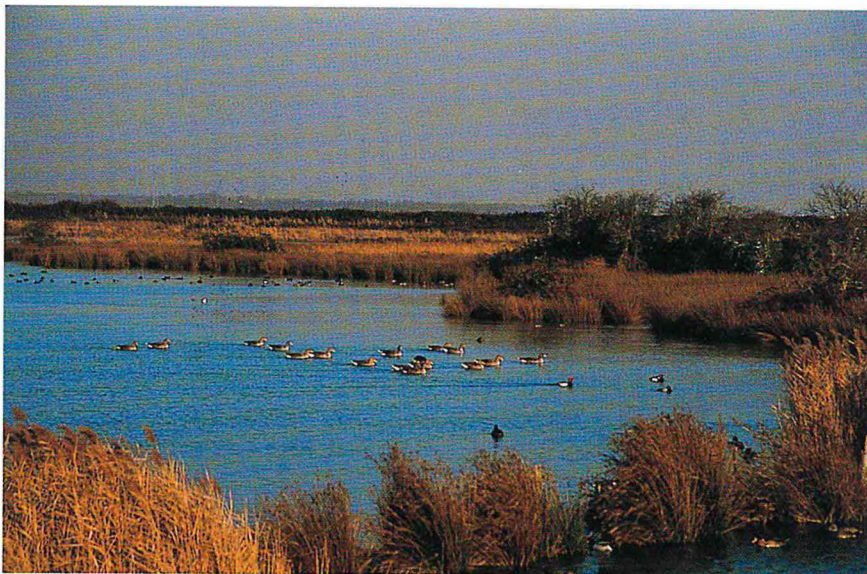
Fino a un secolo fa nella Bassa pianura[3] regnavano sovrani paludi e

(3) Volendo esaminare la Bassa pianura attraverso l'andamento dello zero altimetrico si può osservare una suddivisione del territorio stesso in tre sottozone. La prima, la *media pianura idromorfa*, è interessata da intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale caratterizzata da una variabile presenza di scheletro nel suolo, ove si sviluppano soprattutto *gleysols*, *histosols* (torbe) e *fluvisols*. La seconda, la *bassa pianura meridionale*, costituita da aree sufficientemente stabili che presentano

I depositi argillosi e limosi della Bassa pianura hanno favorito lo svilupparsi di una fitta rete di corsi d'acqua di risorgiva fiancheggiati da lussureggianti fasce boscate, Terzo di Aquileia (Udine).

Nel bosco planiziale si assiste alla stagionale fluttuazione della falda che provoca ristagni temporanei e talvolta permanenti. I suoli riscontrabili in questi ambienti sono riconducibili ai *gleysols* e ai *gleyic cambisols*, Carlino (Udine).

acquitrini entro cui era diffusa la boscaglia. Il prosciugamento e l'inalveamento delle acque operato dalle bonifiche ha reso possibile la trasformazione fondiaria e l'appoderamento di nuove famiglie, sovrapponendo questo nuovo paesaggio a quello precedente (VALUSSI, l. c.). Oggi, infatti, si osservano acque abbondanti, fluenti o stagnanti, a causa della debole pendenza, su suoli argilloso sabbiosi associati ai nuovi elementi apportati dalla bonifica: canali, scoline, appezzamenti regolari.

In un paesaggio apparentemente piatto vi sono delle lievi differenze di morfologia visibili soprattutto nei lembi di bosco planiziale conservatisi fino ai nostri giorni. Tali variazioni hanno delle marcate ripercussioni a livello pedologico; se, infatti, tutti i suoli risultano potenti e ben differenziati negli orizzonti, si nota che negli avvallamenti i fenomeni di idromorfia dovuti alla falda superficiale inducono più facilmente la formazione di *gleysols*; nelle piccole convessità invece si riscontrano frequentemente i *cambisols*. Infine quando l'oscillare del-

---

un'idromorfia organizzata di tipo meandriforme costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo, ove si sviluppano *cambisols, calcisols* e *gleysols*; si tratta della zona ove la bonifica ha in parte agito con il vecchio assetto e dove si collocano i lembi di bosco planiziale. La terza, la *costiera*, che interessa la zona della bonifica a sud di Aquileia ove, oltre ai *gleysols* e ai *fluvisols*, si incontrano i primi esempi di *arenosol* (MICHELUTTI *in verbis*).

I sedimenti alluvionali fini di sabbia hanno formato i cordoni dunosi che racchiudono gli specchi di acqua salmastra a formare la laguna di Grado e di Marano, Marano Lagunare (Udine).

la falda genera degli strati di accumulo di carbonato di calcio si hanno i *calcisols*.

4.6 Paeseggio lagunare

Il Paesaggio lagunare compare tra le foci dell'Isonzo e del Tagliamento, nella laguna di Grado e di Marano. La sua origine è dovuta ai sedimenti alluvionali dei fiumi, ridistribuiti dal mare, che hanno formato una serie di cordoni sabbiosi, detti lidi, i quali provvedono a racchiudere specchi di acqua salmastra, poco profondi da cui emergono piccole isole e, quando la marea è bassa, "barene" e "velme".

Sui cordoni e sulle dune costiere colonizzati dalle alofite, l'uomo ha provveduto a introdurre il pino domestico, il pino marittimo e il pino bruzio al fine di formare una barriera contro il vento e la salsedine per le retrostanti colture. Tale operazione non ha sempre avuto il successo sperato perché, oltre all'azione limitante dei due fattori sopracitati, il suolo, costituzionalmente molto sabbioso, non risulta abbastanza potente e ricco di sostanza organica per sostenere ovunque una vegetazione arborea. Infatti gli *arenosol* che si sviluppano su questi depositi non raggiungono quasi mai sui cordoni un grado di aggregazione sufficiente.

I suoli che maggiormente si riscontrano sul Carso sono riconducibili ai *chromic cambisols* e ai *chromic luvisols*; la caratteristica che li contraddistingue principalmente è il colore rossastro, Trieste.

4.7 Paesaggio del Carso e della costiera triestina

La porzione sudorientale della Regione è caratterizzata da una vasta deposizione calcarea, che grazie alla sua purezza ha creato i presupposti per la presenza dei fenomeni carsici i quali a loro volta imprimono al paesaggio un particolare aspetto. Nella Penisola giuliana fa eccezione al calcare la sola porzione di substrato flyscioide sulle cui colline si sviluppano Trieste e Muggia.

L'ampia scala su cui si propone il carsismo e il chiaro esprimersi di questi fenomeni fanno del Carso un esempio unico non solo per il Friuli-Venezia Giulia, ma per tutto il nord Italia. Infatti *i fenomeni carsici, che si presentano solo sporadicamente nelle Prealpi, assumono qui una particolare intensità in seguito alla maggiore fessurazione degli strati calcarei, che sono stati oggetto di forti sollecitazioni durante l'orogenesi dinarica* VALUSSI (l. c.).

4.7.1 Carso Triestino. Nel Carso Triestino il fenomeno carsico assume particolare intensità in seguito alla maggiore fessurazione degli strati e alla purezza del calcare che lo rende più facilmente solubile. Le acque piovane assorbite svolgono un'azione modellatrice una volta entrate in soluzione con i calcari e formano inghiottitoi (foibe), campi solcati o carreggiati, piccole valli imbutiformi (doline). La dimensione di queste

Nel fondo delle doline le buone condizioni pedologiche (suolo profondo riconducibile ai *chromic luvisols*) e climatiche consentono lo sviluppo del carpineto con cerro, Trieste.

ultime può risultare rilevante, come nel caso di alcune doline (dolina Percedol), così da creare un microclima diverso dal circostante territorio (alla base della dolina si misurano durante l'estate temperature inferiori di anche 2°C).

L'acqua, che come detto è assente in superficie, scorre nel sottosuolo in un complicato reticolo di grotte e gallerie che raccolgono le precipitazioni piovose per incanalarle in veri e propri fiumi sotterranei. La piovosità mantenendosi elevata consente un rigoglioso svilupparsi di boscaglie cedue alternate a rimboschimenti di pino nero messi a dimora per proteggere dalla bora la città di Trieste. Frequente è anche la landa carsica ove tra le pietraie emergono pochi arbusti xerofili e qualche ciuffo d'erba (VALUSSI, l. c.).

Nell'Altopiano carsico triestino riscontriamo un'alternanza di suoli di erosione e di accumulo a seconda della morfologia: nei primi si rinviene un orizzonte A ricco di sostanza organica che poggia sulla roccia madre (*lithic leptosols*), nei secondi che si formano alla base delle doline e dei pendii, il suolo è potente e presenta un orizzonte argico rosso ben sviluppato (*luvisols*) (MICHELUTTI e altri, l. c.). Alla base di queste doline si osserva una vegetazione espressione di una stazione decisamente più fertile e ricca in termini idrici rispetto a quella circostante a testimonianza del miglioramento delle caratteristiche pedologiche.

Sotto i rimboschimenti di pino nero effettuati su suoli superficiali come i *regosols* e i *leptosols* si stanno sviluppando alcune latifoglie termofile tra le quali l'orniello e il carpino nero, Trieste.

A causa dell'assenza di rimboschimenti il Carso Goriziano appare più spoglio di quello triestino, Doberdò del Lago (Gorizia).

4.7.2 Carso Goriziano. I fenomeni carsici osservabili nel territorio goriziano sono i medesimi della zona triestina, ma il paesaggio appare decisamente più pietroso e povero di specie arboree. Ciò è dovuto alla mancanza di rimboschimenti di pino nero e alla maggiore pressione esercitata dagli eserciti durante la prima guerra mondiale. Il Carso Goriziano appare quindi meno ospitale per la vegetazione, ma è una testimonianza, seppure condizionata dagli eventi bellici, di quella che dovrebbe essere la landa carsica originaria, ove fra le pietraie (talvolta anche prive di uno strato vegetale) non c'è spazio per gli alberi.

4.7.3 Costiera Triestina. Il tratto di costa alta a parete verticale posto tra Sistiana e il castello di Miramare prende il nome di Costiera Triestina. Si tratta dell'unica porzione di costa alta presente in territorio italiano nell'Alto Adriatico. È costituita da calcari cretacei ed eocenici che formano una scogliera di alcune decine di metri a picco sul mare.

Questa condizione verticale, associata all'esposizione sud-ovest crea un particolare microclima, che rende possibile l'instaurarsi di una particolare vegetazione dai caratteri mediterranei: l'ostrio-lecceta. Si è osservato, infatti, che le temperature registrate in questa porzione possono essere superiori di anche 3-4°C rispetto all'Altipiano carsico. Il mare crea, infatti, un "effetto specchio" che convoglia ulteriore irradiazione alla

La Costiera Triestina, unico esempio di costa alta nell'Alto adriatico italiano, ospita su suoli poco potenti (*lithic leptosols*) una particolare formazione: l'ostrio lecceta, Duino-Aurisina (Trieste).

parete verticale. Nonostante il favore di questa condizione termica la verticalità inibisce l'accumulo di sostanza organica e il trattenimento dell'acqua per consentire l'instaurarsi di processi pedogenetici. La vegetazione, infatti, si arrocca nei piccoli lembi non verticali e nelle nicchie della roccia. Il suolo più frequentemente osservato risulta di conseguenza il *lithic leptosols*, dotato di non più di 10 cm di profondità.

5. I suoli forestali nel Friuli-Venezia Giulia

In questo capitolo verranno descritti i suoli secondo la Legenda della FAO riscontrati nel Friuli-Venezia Giulia. Ciascuna descrizione comprende l'analisi delle caratteristiche peculiari del suolo, la presenza di eventuali orizzonti diagnostici e/o di processi pedologici. È poi descritto il normale succedersi degli orizzonti lungo un profilo tipico. Sono, infine, fornite alcune informazioni sui gruppi di substrato[4] sui quali si forma con maggiore frequenza quel suolo, nonché le localizzazioni geografiche relative alla Regione ove lo stesso può essere osservato.

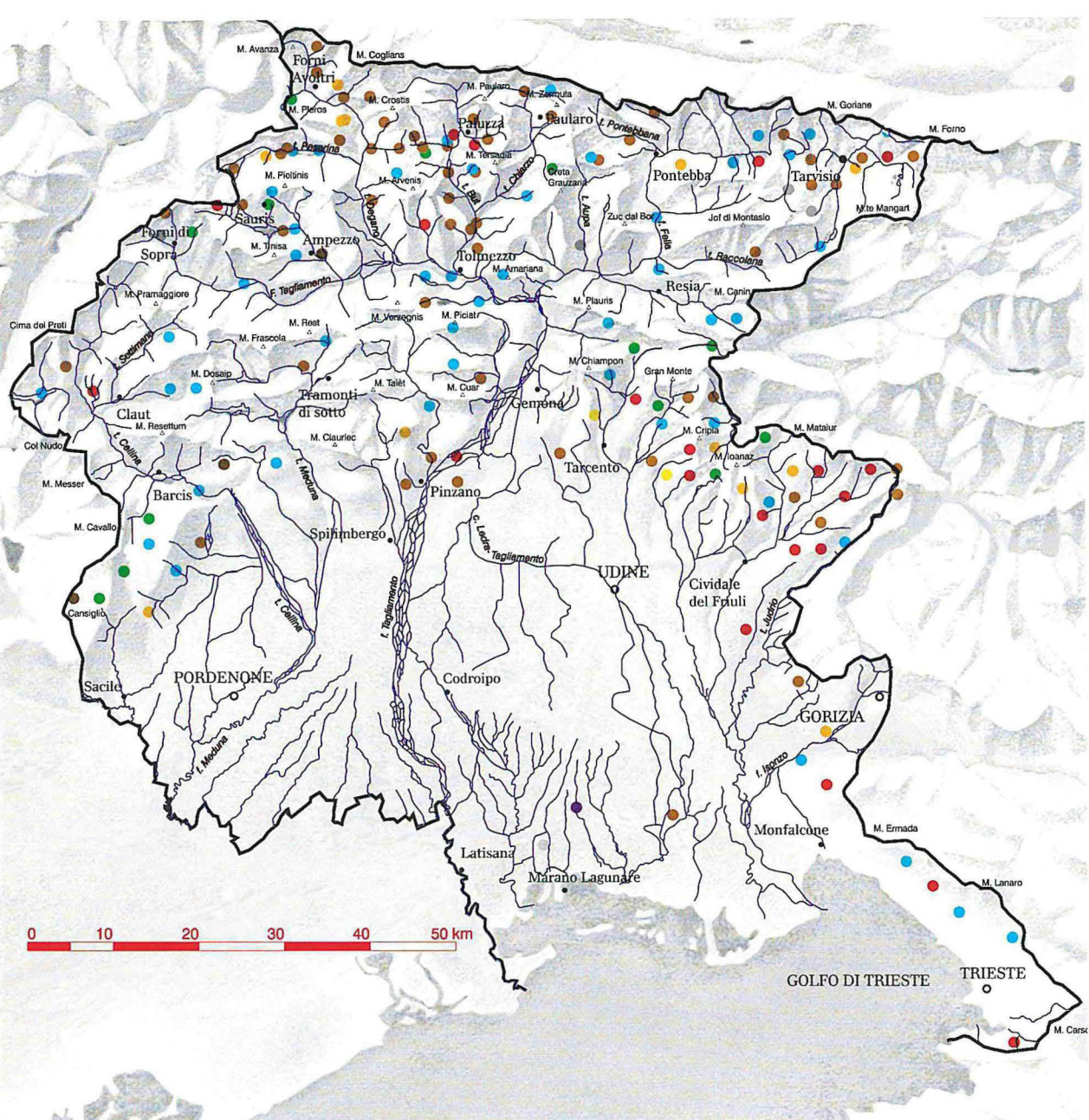
Per quanto riguarda le unità di suolo, ovvero la seconda specificazione prevista dalla Legenda FAO (per esempio, *eutric* che accompagna il suolo *cambisols*), si sono elencate solo quelle presenti nel Friuli-Venezia Giulia o che potrebbero comunque essere presenti anche se non sono state osservate, tralasciando l'intero elenco valido a livello mondiale.

I profili presi in esame sono 224 dei quali 165 appartenenti all'inventario dei suoli forestali condotto dall'ERSA e dalla Direzione regionale delle foreste (MICHELUTTI e altri, l.c.), mentre gli altri 59 sono stati reperiti in bibliografia (AA. VV., s. d; CANIGLIA e PAIERO, 1974; CAVALLIN e altri, 1982; FORNACIARI, 1968; MARINCEK e altri, 1983; PAIERO, 1965; PAIERO e altri, 1975; POLDINI, 1969, 1989; STEFANELLI A., 1967; STEFANELLI S., 1992; RONCHETTI e PIZZOLLI, 1986). Per questi ultimi si è incontrata qualche difficoltà nell'analisi e nella successiva omogeneizzazione con gli altri in quanto, appartenendo a lavori diversi, sono risultati giocoforza eterogenei nella descrizione del profilo, nella classificazione e nella produzione di tabelle relative ai dati chimico-fisici. Si è però ritenuto opportuno utilizzarli compiendo un notevole sforzo interpretativo finalizzato all'allargamento del campione di riferimento, soprattutto per quei suoli scarsamente rappre-

(4) Si sono adottati i gruppi di substrato adottati da DEL FAVERO e altri (l. c.) per l'inquadramento tipologico delle formazioni forestali del Friuli-Venezia Giulia.

Nelle caratteristiche forre della Val Cellina la vegetazione forestale compare solo in alcune nicchie di suolo presenti lungo le pareti rocciose, Andreis (Pordenone).

sentati. Infatti la natura statistico-sistematica del campione di suoli dell'inventario ha reso disponibile un elevato numero di osservazioni per i suoli più frequenti nel territorio regionale e, invece, un numero limitato per quelli meno diffusi; ne deriva che le informazioni relative ad alcuni suoli come gli *acrisols*, i *gleysols*, i *podzols*, gli *histosols*, i *fluvisols*, gli *arenosol* e i *calcisols*, avendo un numero di osservazioni che singolarmente non supera le 10 unità, risultano poco significative; diversamente accade per gli *alisols*, i *cambisols*, i *phaeozems*, i *luvisols*, i *leptosols* e i *regosols* per i quali il campione, oltre a risultare significativo, consente di effettuare un'analisi più puntuale anche a livello delle unità di suolo più frequenti (ad esempio, *eutric* e *dystric cambisols*).

Di seguito vengono descritti i suoli presi in considerazione ponendoli in ordine decrescente in relazione alla loro frequenza nel territorio regionale.

Localizzazione geografica dei 165 punti di rilevamento effettuati dall'ERSA.

5.1 Cambisols (Tavola I)

I *cambisols*, dal latino *cambiare*, rappresentano suoli nei quali cambiamenti di colore, struttura e consistenza sono il risultato di un'alterazione *in situ*. La principale caratteristica di questi suoli è la presenza di un orizzonte B cambico dotato di un significativo cambiamento del colore; altri orizzonti diagnostici sono l'A ochrico o l'A umbrico (in quest'ultimo caso se superiore a 25 cm può mancare l'orizzonte B cambico) o l'A mollico sovrapposto ad un orizzonte B cambico con un grado di saturazione in basi inferiore al 50%. Sono inoltre riscontrabili fenomeni idromorfici sotto i 50 cm di profondità.

Nonostante l'assenza di condizioni di alterazione marcatamente evidenti risultano individuabili i processi di rimozione di ferro, alluminio e basi nonché una neogenesi di argille appena accennata.

Il limitato grado di maturità dei *cambisols* li colloca in una posizione intermedia tra i suoli fortemente immaturi (*regosols*) e quelli maturi (*luvisols*, *phaeozems* e *podzols*). Questa collocazione fa sì che siano molto varie le condizioni climatiche, litologiche, morfologiche che sovrintendono alla loro genesi (MICHELUTTI e altri, l. c.).

Il profilo tipico è A-B_w-C, con profondità utile alle radici intorno ai 60-80 cm o poco superiore; la tessitura risulta franca tendente a moderatamente fine verso la parte inferiore del profilo (in prossimità dell'orizzonte cambico); si riscontra generalmente una reazione subacida in superficie e neutra in profondità (fenomeni di decarbonatazione); la porosità è medio-alta, il drenaggio interno e la capacità di ritenzione idrica risultano nel complesso buoni.

I *cambisols* possono essere confusi con i *luvisols* dai quali si differenziano perché l'orizzonte B è cambico e non argico.

Le unità pedologiche che possono essere presenti in Friuli-Venezia Giulia sono: *eutric*, *dystric*, *humic*, *calcaric*, *gleyic*, *chromic*.

Gli *eutric cambisols* sono i *cambisols* aventi un orizzonte A ochrico e un grado di saturazione in basi superiore al 50% nello strato di suolo compreso tra i 20 e i 50 cm dalla superficie e non "calcarei" in questo strato. Anche in questo caso, se il grado di saturazione in basi è inferiore al 50%, sempre nello strato di suolo compreso tra i 20 e i 50 cm, si ha l'unità *dystric*. I *calcaric cambisols* hanno un orizzonte A ochrico e sono invece calcarei nello strato di suolo compreso tra i 20 e i 50 cm dalla superficie.

Gli *humic cambisols* sono quei *cambisols* aventi un orizzonte A umbrico o un orizzonte A mollico sovrapposto ad un orizzonte B cambico

con un grado di saturazione in basi inferiore al 50%, mentre i *gleyic cambisols* evidenziano proprietà gleyiche entro i 100 cm dalla superficie. Infine i *chromic cambisols* sono caratterizzati dall'avere un orizzonte A ochrico e un orizzonte B cambico di colore rosso, ma privo di proprietà ferraliche.

I *cambisols* risultano di norma moderatamente profondi e possono svilupparsi su qualsiasi substrato. In Friuli-Venezia Giulia questi suoli sono molto diffusi soprattutto in ambito montano (Carnia, Canal del Ferro, Val Canale) associati a varie faggete montane ed altimontane (sia dei substrati carbonatici che silicatici), ai piceo-faggeti, agli abieti-piceo-faggeti, ai piceo-abieteti ed inoltre ad alcune peccete.

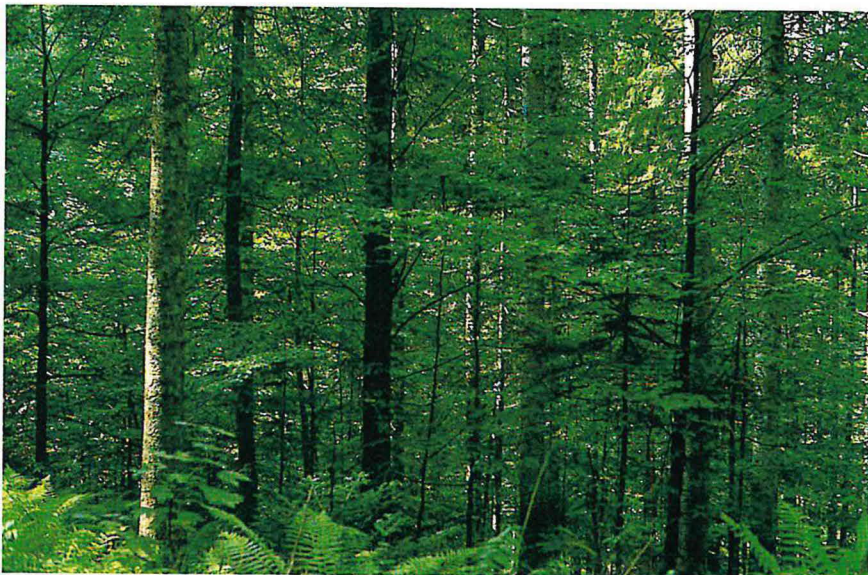
CAMBISOLS

Suoli in cui si è manifestata una alterazione chimico-fisica del substrato che ha provocato una debole neogenesi di argilla e la formazione di un orizzonte B cambico con significativi cambiamenti di colore

PROFILO	**A-B_w-C**
eutric cambisols	TSB>50 % tra i 20 e i 50 cm, orizzonte A ochrico
dystric cambisols	TSB<50 % tra i 20 e i 50 cm, orizzonte A ochrico
calcaric cambisols	orizzonte A ochrico, "calcareo" tra i 20 e i 50 cm
humic cambisols	orizzonte A umbrico o mollico sopra orizzonte B cambico con TSB<50%
gleyic cambisols	proprietà gleyiche entro 1 m
chromic cambisols	TSB>50% tra i 20 e i 50 cm, orizzonte A ochrico, orizzonte B cambico rosso bruno privo di proprietà ferraliche

In Friuli-Venezia Giulia le unità più frequentemente riscontrate nei *cambisols* sono la *eutric* e la *dystric*. Gli *eutric cambisols*[5] hanno nell'orizzonte A una tessitura franco-limosa, con un pH medio di 5,4, un tenore in carbonati nullo, la sostanza organica pari al 10%, un tasso di saturazione in basi medio del 60% e una capacità di scambio cationico di 35. Nell'orizzonte B la tessitura risulta franco-limosa (talvolta franco-argilloso-limosa); salgono i valori del pH (6,1) e del tasso di saturazione in basi (70,2); scendono i valori di sostanza organica (2,2) e la capacità di scambio cationico (26). Nell'orizzonte BC aumentano considerevolmente i valori di pH a 7,2 e dei carbonati al 38%. L'orizzonte organico è dotato di valori medi di pH pari a 4,6 e di un rapporto carbonio azoto (C/N) pari a 23. I *dystric cambisols*[6] hanno anch'essi tessitura fran-

(5) Valori medi relativi a un campione di 53 profili.

(6) Valori medi relativi a un campione di 28 profili.

L'abieti-piceo-faggeto dei suoli mesici si riscontra spesso su suoli profondi a pH subacido o neutro con alta saturazione in basi tipicamente rappresentato dagli *eutric cambisols*, Ampezzo (Udine).

co-limosa e denotano valori di pH inferiori agli *eutric cambisols* (che non salgono oltre 5,1). I carbonati risultano sempre assenti, la sostanza organica ha mediamente valori non superiori a 2,3. Il tasso di saturazione in basi non supera il 33%, mentre la capacità di scambio cationico è inferiore alle 23 cmoli(+)/kg. L'orizzonte organico, infine, ha un pH pari a 4 e un C/N di 24.

eutric					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	5,4	10,2	60	35
orizzonte B	franco-limosa	6,1	2,2	70	26
orizzonte BC	franco-limosa	7,2	1,1	100	10

dystric					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	4,4	2,3	33	14
orizzonte B	franco-limosa	4,7	1,4	23	17
orizzonte BC	franco-limosa	5	0,7	33	23

La presenza di un suolo tendenzialmente subacido o acido a bassa saturazione in basi (*dystric cambisol*), consente alla rinnovazione di insediarsi senza subire la concorrenza della vegetazione spontanea, Ampezzo (Udine).

5.2 **Leptosols** (Tavola II)

I *leptosols*, dal greco *leptos*, sottile, sono suoli limitati in profondità entro 30 cm da roccia dura o da materiali fortemente calcarei o da uno strato cementato continuo o aventi una percentuale di terra fine inferiore al 20% nei primi 75 cm dalla superficie. Quando il fattore limitante non è la roccia, l'acclività dei versanti può costituire un impedimento alla formazione di un profilo più profondo.

Diagnostici possono essere gli orizzonti A mollico, umbrico, ochrico e l'orizzonte petrocalcico. Il profilo che più tipicamente si riscontra è A-R (l'orizzonte A, che non supera i 30 cm, poggia direttamente sulla roccia).

Le unità pedologiche riscontrate in Friuli-Venezia Giulia sono *eutric*, *rendzic*, *mollic* e *lithic*.

Gli *eutric leptosols* presentano un orizzonte ochrico con una saturazione in basi superiore al 50% e la roccia dura ad una profondità maggiore di 10 cm. I *rendzic leptosols* hanno un *epipedon* mollico e contengono in esso o nell'orizzonte sottostante più del 40% di carbonato di calcio equivalente; la roccia dura si riscontra ad una profondità superiore ai 10 cm. I *mollic leptosols* hanno un *epipedon mollico* e non contengono in esso o nell'orizzonte sottostante più del 40% di carbonato di calcio equivalente; la roccia dura si riscontra ad una profondità superiore ai 10 cm. L'unità *lithic* si caratterizza per la presenza di uno strato di suolo inferiore ai 10 cm sopra lo strato di roccia madre.

Possono essere confusi con i *regosols*, che si sviluppano però su substrati incoerenti.

I *leptosols* si caratterizzano per l'elevato drenaggio dell'acqua lungo il profilo, fattore estremamente limitante per alcune formazioni forestali. Sui *leptosols*, che solitamente si originano su substrati calcarei e su quelli dolomitici, vegetano gran parte degli orno-ostrieti dotati di minore fertilità.

Questi suoli si collocano soprattutto lungo i primi contrafforti calcarei posti verso la pianura, tuttavia non è raro incontrarli anche in vallate più interne della Carnia e del Canal del Ferro, su versanti esposti a sud associati localmente a diverse formazioni forestali.

LEPTOSOLS

Suoli limitati entro 30 cm dalla roccia, da materiale calcareo o da uno strato cementato.

PROFILO	**A-R oppure A-C**
eutric leptosols	TSB>50%, orizzonte A ochrico, sviluppo suolo >10 cm
rendzic leptosols	orizzonte A mollico sopra materiale calcareo ($CaCO_3$ >40%), suolo >10 cm
mollic leptosols	orizzonte A mollico non calcareo ($CaCO_3$ <40%), suolo >10 cm
lithic leptosols	strato continuo di roccia o materiale cementato entro 10 cm

I *leptosols,* suoli dal limitato spessore e ricchi in scheletro, sono i suoli che con maggiore frequenza si riscontrano lungo i versanti calcarei e dolomitici ricoperti dalle pinete di pino nero, Resia (Udine).

Dai dati disponibili relativi ai *leptosols*[7] del Friuli-Venezia Giulia si propongono i valori medi osservati dei principali parametri fisico-chimici nelle unità *rendzic* ed *eutric*. I *rendzic leptosols* hanno evidenziato un orizzonte A medio di 26 cm di spessore dotato di un pH neutro (6,9), un tenore in carbonati del 22% e una capacità di scambio cationico pari a 34. La tessitura, franca (franco-limosa) in A, diviene sabbia-franca in C (ove la terra fine è inferiore al 20%). In quest'ultimo orizzonte il pH cresce a 7,6 e i carbonati all'85%; diversamente la capacità di scambio cationico scende a 5,6. L'orizzonte organico è dotato di un rapporto C/N di 23 e un pH di 5,7. Gli *eutric leptosols* hanno una tessitura franco-limosa in A, un tenore in carbonati del 27% e una capacità di scambio cationico di 28 cmoli(+)/kg. Nell'orizzonte C il pH, la saturazione in basi e la capacità di scambio cationico aumentano, ma di valori poco sensibili. L'orizzonte organico denota un rapporto C/N molto elevato pari a 35 (influenzato da valori percentuali di carbonio organico pari a oltre 40), mentre il pH è pari a 5.

rendzic

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	6,9	9,5	100	34
orizzonte C	sabbia-franca	7,6	0,9	100	6

eutric

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	7	3,4	100	28
orizzonte C	sabbia-franca	7,8	0	100	30

5.3 Luvisols (Tavola III)

I *luvisols*, dal latino *luere*, lavare, sono suoli ove dominano i processi di lisciviazione e di accumulo dell'argilla dagli orizzonti superficiali ai più profondi. Il profilo potente e il succedersi di colorazioni giallo-rossastre ne sono una testimonianza.

Questi suoli trovano nelle aree pianeggianti o subpianeggianti, su substrati ricchi in basi, le migliori condizioni di sviluppo soprattutto se sottoposti a periodi d'alternanza pluviometrica caratterizzati da un elevato rapporto tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione. Sono dotati

(7) Valori medi relativi a un campione di 55 profili.

inoltre di un orizzonte B argico con un tasso di saturazione in basi superiore al 50% (ed una CSC > 24 cmoli(+)/kg).

Il profilo tipico risulta quindi A-B_t-C oppure A-B_t-BC-C.

I *luvisols* possono essere confusi con i *cambisols* (ai quali manca un B_t), o con gli *acrisols* e gli *alisols* da cui si differenziano per i diversi valori del tasso di saturazione in basi e della capacità di scambio cationico.

Le unità pedologiche che possono essere presenti in Friuli-Venezia Giulia sono: *haplic*, *ferric*, *chromic*, *calcic*.

L'unità *haplic* rappresenta la condizione centrale dei *luvisols* senza manifestare ulteriori caratteri diversi da quelli già descritti. I *ferric luvisols* sono i *luvisols* che mostrano proprietà ferriche, mentre i *chromic luvisols* sono i suoli rubefatti che hanno un *hue* di 7,5YR e un *chroma* maggiore di 4, o un *hue* più rosso di 7,5YR.

I *calcic luvisols* si caratterizzano per avere un orizzonte calcico e soffici concentrazioni pulvirulente di calcio entro 125 cm, senza avere orizzonte E albico.

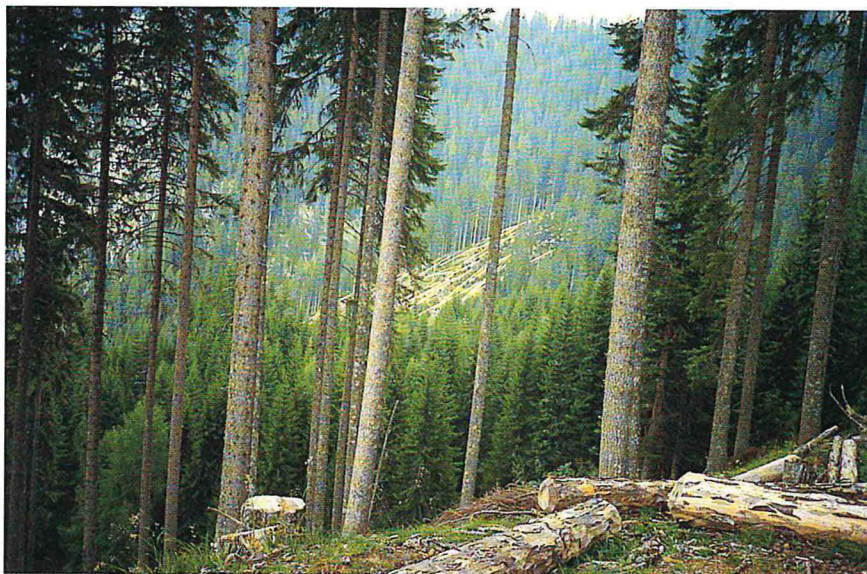
In Friuli-Venezia Giulia questi suoli, dotati di una buona dotazione di argilla, si sviluppano soprattutto sui substrati flyscioidi del Cenozoico delle Prealpi Giulie Meridionali, dei Colli Orientali e del Collio e ospitano castagneti, rovereti, aceri-frassineti e carpineti. Inoltre i *luvisols* possono essere presenti anche in Carnia, su substrati flyscioidi del Paleozoico, dove si hanno alcuni tipi di peccete.

LUVISOLS

Suoli a potente profilo, con orizzonte B argico con TSB>50% e CSC>24 cmoli(+)/kg (nell'argilla) all'interno dello stesso orizzonte

PROFILO	**A-B_t-C**
haplic luvisols	orizzonte B argico con la colorazione *hue* 7,5 YR e inferiori, *chroma* <4, senza orizzonte E albico e concentrazioni calcaree
ferric luvisols	proprietà ferriche entro 125 cm, senza orizzonte E albico
chromic luvisols	orizzonte B argico con la colorazione *hue* 7,5 YR e superiori, *chroma* >4, senza orizzonte E albico e concentrazioni calcaree
calcic luvisols	orizzonte calcico e soffici concentrazioni pulvirulente di calcio entro 125 cm, senza orizzonte E albico

L'analisi dei valori condotta sui *luvisols*[8] della Regione ha messo in evidenza una tessitura franco-limosa entro l'orizzonte A che diventa franco-argilloso-limosa negli orizzonti sottostanti. Il pH varia da 5,7 in A a 6,9 in BC. I carbonati, pressoché assenti negli orizzonti superficiali salgo-

(8) Valori medi relativi a un campione di 23 profili.

Nella zona del Tarvisiano, sui substrati silicatici, si incontrano i *luvisols* caratterizzati da un profilo potente, una tessitura franco-limosa, un pH da subacido a neutro e una alta saturazione in basi, Malborghetto-Valbruna (Udine).

no al 17% in BC. Il tasso di saturazione in basi varia tra il 60% in A e il 90% in BC. La capacità di scambio cationico assume valori prossimi a 20 cmoli(+)/kg lungo l'intero profilo. L'orizzonte organico è caratterizzato da un pH pari a 5,5.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	5,7	1,6	60	21
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	6,7	0,7	80	19
orizzonte C	franco-argilloso-limosa	6,9	0,5	90	

5.4 Phaeozems (Tavola IV)

Dal greco *phaios*, scuro, e dal russo *zemlja*, terra, i *phaeozems* indicano suoli scuri ricchi di sostanza organica. Si localizzano dove la morfologia è più addolcita e il profilo del versante diviene più regolare, in corrispondenza di un accumulo di materiale vegetale veramente abbondante. I *phaeozems* si contraddistinguono, infatti, per avere un orizzonte A mollico spesso tra i 20 e i 50 cm e un grado di saturazione in basi superiore al 50% entro 125 cm dalla superficie, per la notevole attività biologica lungo il profilo che determina una buona porosità, per l'elevata presenza di

carbonato di calcio nel complesso di scambio e, infine, per la discreta dotazione in nutrienti. La genesi dell'*epipedon* mollico avviene, di norma, in climi continentali in cui l'ossidazione biochimica della sostanza organica favorisce largamente il processo di umificazione. Contemporaneamente la presenza di substrati calcarei capaci di liberare grandi quantità di ioni Ca^{++} e Mg^{++} tende a fare flocculare l'argilla nell'orizzonte superficiale dove si lega all'humus dando origine, in tal modo, ad una struttura stabile e porosa tipica dell'orizzonte A mollico (MICHELUTTI e altri, l. c.)

Il profilo tipico dei *phaeozems* risulta A-AC-C, ma esistono frequenti situazioni di transizione in cui si ha un orizzonte B di alterazione non del tutto formato.

Il tasso di saturazione basica varia tra il 70 ed il 90%, la porosità è elevata ed il pH aumenta scendendo lungo il profilo.

Sono state rilevate le seguenti unità: *haplic*, *calcaric* e *luvic*.

L'unità *haplic* rappresenta la situazione centrale, classica, dei *phaeozems* e ricalca di conseguenza i caratteri diagnostici già menzionati.

I *calcaric phaeozems* sono i *phaeozems* "calcarei" nello strato di suolo compreso tra 20 e 50 cm dalla superficie, mentre i *luvic phaeozems* presentano un orizzonte argico.

I *phaeozems* possono essere confusi con i *cambisols*, dai quali si distinguono per il maggiore sviluppo dell'orizzonte A e con i *leptosols* che sono dotati di minore potenza.

Si tratta di suoli che si sviluppano su substrati calcarei o dolomitici e si riscontrano frequentemente in varie formazioni forestali del Friuli-Venezia Giulia, in particolare nelle faggete submontane, nelle peccete secondarie e nelle pinete di pino silvestre.

PHAEOZEMS

Suoli con un orizzonte A ricco di sostanza organica a medio grado di evoluzione sviluppati su substrato carbonatico

PROFILO	**A-AC-C**
haplic phaeozems	
luvic phaeozems	orizzonte B argico
calcaric phaeozems	"calcareo" tra i 20 e *i* 50 cm

Le analisi condotte sugli orizzonti dei *phaeozems*[9] del Friuli-Venezia Giulia hanno messo in evidenza nell'orizzonte A una tessitura francolimosa, un pH pari a 6,7, una percentuale di carbonati del 15%, un tasso

(9) Valori medi relativi a un campione di 20 profili.

Le faggete, alcune delle quali si sviluppano sui *phaeozems*, si caratterizzano per la presenza di una lettiera molto spessa che umificandosi rilascia negli orizzonti superficiali buone dotazioni di carbonio organico, Resia (Udine).

di saturazione in basi dell'88% e una capacità di scambio cationico di 22 cmoli(+)/kg. Negli orizzonti B e BC si osserva un aumento del pH (7,2) e una diminuzione dei valori del tasso di saturazione in basi e della capacità di scambio cationico; la tessitura permane franco-limosa. L'orizzonte organico ha un pH di circa 6 e un C/N uguale a 19.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	6,7	7,3	88	22
orizzonte B	franco-limosa	7,2	1	79	18
orizzonte BC	franco-limosa	7,3	0	100	

5.5 Regosols (Tavola V)

I *regosols*, dal greco *rhegos*, coperta, sono suoli a scarso o debole sviluppo provenienti da materiali sciolti e ricoprenti substrati rocciosi anche di diversa natura. Sono i suoli formati su materiale incoerente, che hanno uno sviluppo del profilo generalmente non elevato rappresentato da un *epipedon* A umbrico o ochrico e un orizzonte AC non sempre presente.

Si tratta di suoli in cui non si evidenziano orizzonti diagnostici sufficientemente sviluppati (tranne un orizzonte A ochrico, o un orizzonte a

gley a più di 50 cm dalla superficie) e le caratteristiche chimico-fisiche rispecchiano quelle del substrato litologico incoerente d'origine.

Il profilo tipico è A-AC-C. Può raggiungere i 70 cm di profondità utile alle radici. L'orizzonte A risulta ricco di sostanza organica, la reazione è normalmente neutra, la permeabilità e il drenaggio solitamente rapidi.

Possono essere confusi con i *leptosols*, fisionomicamente simili, ma su rocce dure e con potenza inferiore ai 30 cm, con gli *arenosol*, posti su sabbia e con un orizzonte B cambico od oxico e con i *fluvisols* che hanno diversa origine.

Nel Friuli-Venezia Giulia tra i *regosols* analizzati sono state osservate le unità *eutric* e *calcaric*, ma si ritiene che possano essere presenti anche le unità *dystric* e *umbric*.

L'unità *eutric* è caratterizzata dall'avere nello strato di suolo compreso tra i 20 e i 50 cm un tasso di saturazione in basi superiore al 50% e dall'assenza di caratteristiche "calcaree" nel medesimo intervallo. Se, invece, il tasso di saturazione in basi è inferiore al 50%, sempre nel medesimo intervallo, si ha l'unità *dystric*. L'unità *calcaric* diversamente deve risultare "calcarea" tra i 20 e i 50 cm. Infine gli *umbric regosols* sono caratterizzati dalla presenza di un orizzonte umbrico.

In Friuli-Venezia Giulia i *regosols*, che si sviluppano su substrati sciolti derivanti dallo sfaldamento di substrati carbonatici, sono abbastanza diffusi su antiche frane e conoidi colonizzati da formazioni primitive, soprattutto pinete di pino nero diffusamente presenti nel Canal del Ferro, ma anche da ostrio-querceti, nel Carso e nella Pedemontana pordenonese.

REGOSOLS

Suoli formatisi su materiale incoerente con uno sviluppo del profilo limitato rappresentato solo da un orizzonte A umbrico o ochrico.

PROFILO	**A-AC-C**
eutric regosols	TSB>50% (tra 20-50 cm), non calcareo tra 20 e 50 cm
dystric regosols	TSB<50% (tra 20-50 cm)
calcaric regosols	calcareo tra i 20 e i 50 cm
umbric regosols	orizzonte A umbrico

I *regosols*[10] osservati in Friuli-Venezia Giulia denotano un tenore di sostanza organica nell'orizzonte A pari al 20%, una reazione neutra nell'orizzonte A (pari al 7,2) e subalcalina in AC e C, una tessitura franca, un'elevata quantità di scheletro. Il tasso di saturazione in basi risulta pari

(10) Valori medi relativi a un campione di 19 profili.

I *regosols* sono i primi suoli che si formano nelle porzioni più stabili dei ghiaioni non ancora consolidati. Su questi suoli le formazioni forestali più diffuse sono le mughete e le pinete di pino nero, Dogna (Udine).

al 100% mentre la capacità di scambio cationico raggiunge valori bassi (8,2 cmoli(+)/kg). L'orizzonte organico è caratterizzato da un rapporto C/N pari a 23

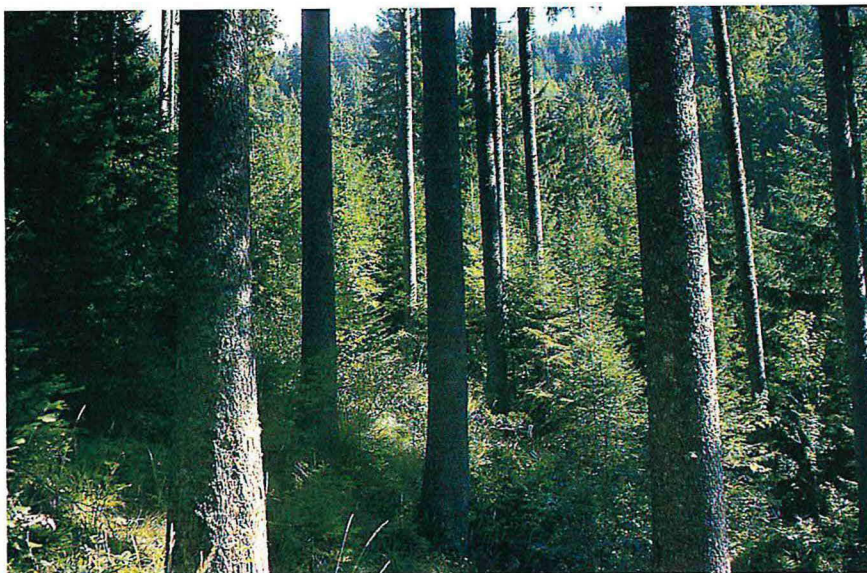
orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franca	7,2	7,7	100	32
orizzonte AC	franca	8,2	2	100	9
orizzonte C	franco-sabbiosa	8,1	1	100	8

5.6 Alisols (Tavola VI)

Dal latino *alumen,* alluminio, denomina suoli con un alto contenuto in alluminio in cui si verificano condizioni spinte di lisciviazione soprattutto a carico dell'argilla.

Gli *alisols* hanno un orizzonte B_t argico con una capacità di scambio cationico uguale o superiore a 24 cmoli(+)/kg di argilla e una saturazione in basi inferiore al 50 %.

Il profilo tipico risulta A-B_t-C oppure A-B_t-BC-C o ancora A-AE-B_t-C.

Gli *alisols* presentano caratteristiche simili ai *luvisols* e agli *acrisols*, ma da essi si differenziano rispettivamente per i diversi valori del tasso di saturazione in basi e della capacità di scambio cationico.

La pecceta montana di sostituzione dei suoli acidi si sviluppa su suoli profondi tendenzialmente acidi, a bassa saturazione in basi, tipicamente rappresentati dagli *alisols*, Comeglians (Udine).

Le unità pedologiche riscontrabili in Friuli-Venezia Giulia sono: *haplic* e *ferric*. La prima esprime la condizione centrale degli *alisols* ed è la più diffusa. La seconda è costituita dagli *alisols* che hanno proprietà ferriche entro 125 cm dalla superficie.

In Friuli-Venezia Giulia gli *alisols* risultano distribuiti soprattutto nelle Prealpi Giulie Meridionali, sui substrati flyscioidi del Cenozoico, spesso associati a carpineti e a formazioni definite "dei suoli acidi" rientranti nei rovereti e nelle faggete submontane. Questi suoli si possono trovare anche in Carnia e nel Tarvisiano, su substrati flyscioidi del Paleozoico, nei piceo-abieteti e nelle peccete montane dei suoli acidi.

ALISOLS

Suoli a potente profilo, con orizzonte B argico con TSB<50% e CSC>24 cmoli(+)/kg (riferita all'argilla) all'interno dello stesso orizzonte

PROFILO	A-B_t-C
haplic alisols	or. B argico e con la colorazione hue 7,5 YR e inferiori, chroma <4, senza orizzonte E albico.
ferric alisols	proprietà ferriche entro 125 cm, senza orizzonte E albico

L'analisi dei valori tratti dagli *alisols*[11] riscontrati in regione ha messo in evidenza una tessitura franco-limosa in A e AE, franco-argilloso-limosa

(11) Valori medi relativi a un campione di 12 profili.

in B e BC; il pH assume lungo tutto il profilo valori pari a 4; il tasso di saturazione in basi risulta pari a 25-30% in tutti gli orizzonti, mentre la capacità di scambio cationico varia tra le 30 cmoli(+)/kg in A e le 10 in BC. La sostanza organica ha valori di 10 in superficie, mentre risulta assente in profondità. L'orizzonte organico ha un pH medio di 3,8 e un C/N di 24.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	3,9	12	25	30
orizzonte AE	franco-limosa	3,9	2	27	29
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	4	1	29	15
orizzonte BC	franco-argilloso-limosa	4,1	1	30	10

5.7 **Acrisols** (Tavola VII)

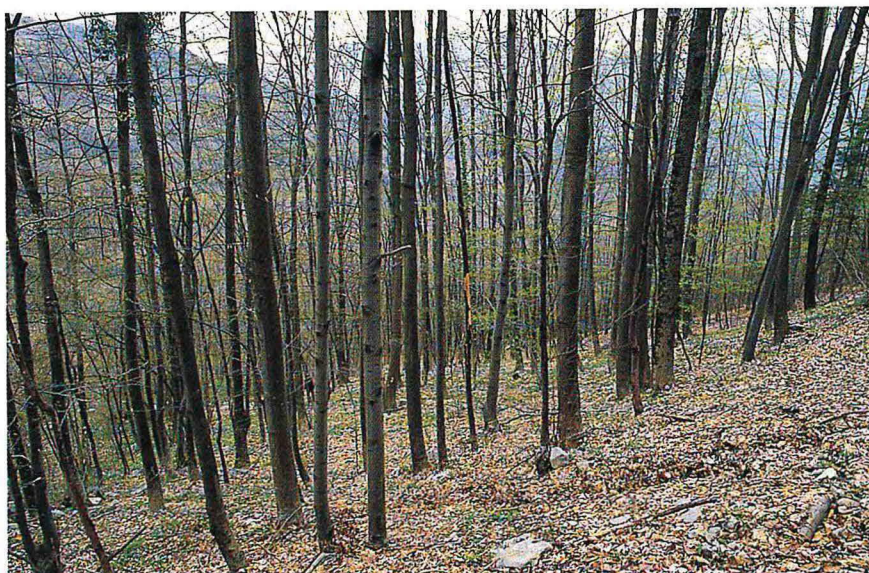
Gli *acrisols*, dal latino *acer,* aceto, sono suoli con una bassa saturazione in basi (inferiore al 50%) nell'orizzonte B argico; la capacità di scambio cationico inoltre risulta inferiore a 24 cmoli(+)/kg di argilla sempre nello stesso orizzonte B.

Il profilo tipico risulta A-B_t-C oppure A-B_t-BC-C o ancora A-AE-B_t-C.

Si tratta di suoli fortemente alterati, acidi e profondi. Per comprendere le ragioni che hanno portato alla formazione degli *acrisols* è necessario prendere in considerazione diversi fattori pedogenetici: la natura del substrato, il tempo di alterazione, il livello di stabilità morfologica e il clima. Nei substrati tendenzialmente acidi si nota una carenza di basi nel suolo, soprattutto quando i substrati stessi risultano fortemente alterabili oppure molto permeabili facilitando la lisciviazione. Un grado elevato di stabilità geomorfologica consente ai processi di lisciviazione, di neoformazione delle argille e di spostamento delle stesse lungo il profilo di protrarsi per molto tempo (MICHELUTTI e altri, l. c.).

Gli *acrisols* presentano caratteristiche simili ai *luvisols* e agli *alisols*, ma da essi si differenziano rispettivamente per i diversi valori del tasso di saturazione in basi e della capacità di scambio cationico.

In Friuli-Venezia Giulia gli *acrisols* risultano distribuiti soprattutto nelle Prealpi Giulie meridionali sui substrati flyscioidi del Cenozoico spesso legati ai castagneti dei suoli acidi.

L'unica unità pedologica riscontrata nella regione è l'unità *haplic* che costituisce la condizione centrale del raggruppamento entro la quale non si manifestano fenomeni o processi diversi.

Gli *acrisols* sono suoli profondi, desaturati, a reazione acida, dalla bassa saturazione in basi e capacità di scambio cationico. Questi suoli si riscontrano tipicamente nel castagneto dei suoli acidi, Prepotto (Udine).

ACRISOLS

Suoli a potente profilo, con orizzonte B argico con TSB<50% e CSC< 24 cmoli(+)/kg (riferita all'argilla) all'interno dello stesso orizzonte

PROFILO	**A-B_t-C**
haplic alisols	suoli non umificati

L'analisi dei valori degli *acrisols*[12] del Friuli-Venezia Giulia ha messo in luce lungo l'intero profilo una tessitura franco-limosa e un'acidità costante del pH pari a circa 3,9-4. Il tasso di saturazione in basi e la capacità di scambio cationico assumo valori abbastanza bassi in tutti gli orizzonti: la prima risulta sempre abbondantemente inferiore al 50% (22%) mentre la seconda si assesta sui valori di 6-7 cmoli(+)/kg (riferiti alla terra fine). L'orizzonte organico assume valori di pH inferiori a 4 e il rapporto C/N risulta di circa 17 confermando l'attitudine di questi suoli a un veloce riciclo della sostanza organica.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	3,9	6	22	7
orizzonte B	franco-limosa	3,9	1	22	7
orizzonte C	franco-limosa	4	1	23	6

(12) Valori medi relativi a un campione di 2 profili.

5.8 **Fluvisols** (Tavola VIII)

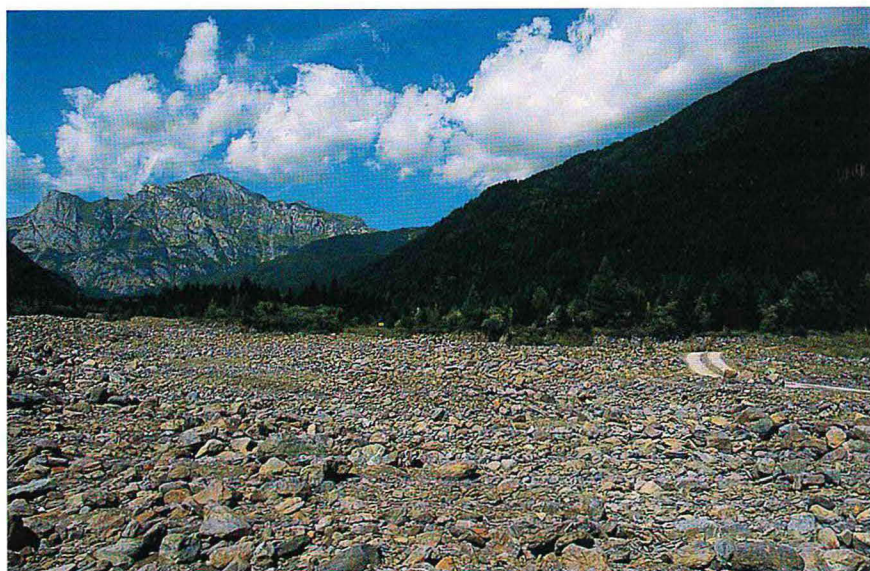
Si tratta di suoli sviluppatisi su depositi alluvionali recenti (*fluvisols* dal latino *fluvius,* fiume), le cui caratteristiche risultano fortemente influenzate dalle modalità di deposizione dei sedimenti stessi. Frequenti sono i fenomeni di apporto di nuovo materiale dovuti alle esondazioni che comportano un ringiovanimento superficiale, ma soprattutto una sequenza di orizzonti tra loro diversificati nella tessitura, nella reazione, nella quantità di sostanza organica e nella quantità di scheletro. Quest'ultimo, se abbondante già negli orizzonti superficiali può, talvolta, compromettere un equilibrato sviluppo delle radici degli alberi.

Gli orizzonti diagnostici che si possono riscontrare in un *fluvisols* sono un orizzonte H histico, un A ochrico, mollico o umbrico; inoltre le caratteristiche gleyiche (ristagno idrico, stagionale o permanente) non sono infrequenti.

Il profilo tipico è A-C, ma anche A-AC-C, con l'orizzonte A scarsamente sviluppato; al disotto vi possono essere altri orizzonti organici e minerali sepolti che si susseguono in funzione delle passate esondazioni.

I *fluvisols* possono essere confusi con i *regosols* (privi di orizzonti sepolti), con i *gleysols* (dotati di marcati orizzonti diagnostici gleyificati), con i *leptosols* (dallo sviluppo solitamente più limitato nonché su suoli incipienti, non su depositi alluvionali), con gli *arenosol* (più sviluppati nel profilo e dotati generalmente di un orizzonte B diagnostico).

L'unità pedologica osservata in Friuli-Venezia Giulia è quella *calcaric*, ovvero un *fluvisols* "calcareo" tra i 20 e i 50 cm (forte effervescenza all'HCl). Si presume però che possano essere presenti anche le unità *eutric* e *mollic*. L'*eutric fluvisols* ha un tasso di saturazione in basi maggiore del 50% tra i 20 e i 50 centimetri e vi è assenza di forte effervescenza all'HCl (non "calcareo"). Il *mollic fluvisols* è caratterizzato da un orizzonte A mollico oppure un orizzonte H histico eutrico.

In Friuli-Venezia Giulia i *fluvisols* si localizzano nella Pianura, su alluvioni recenti ed attuali tuttavia non è raro incontrarli anche in ambienti alpini come, ad esempio, quelli di fondovalle, ove sussistono analoghe condizioni di apporto fluviale sebbene di materiale più grossolano. I *fluvisols* si dimostrano indifferenti al substrato, ma nel territorio regionale esistono esempi soprattutto su substrati carbonatici. La vegetazione che tipicamente si riscontra è quella delle formazioni ripariali costituita da salici, ontani ed arbusti igrofili. Negli ambienti di fondovalle si possono trovare anche le pinete di pino silvestre e le peccete su alluvioni.

Ai margini del greto dei fiumi e dei torrenti montani si formano suoli con una tipica sequenza di orizzonti caratterizzati dalla tessitura grossolana. Si tratta dei *fluvisols*, sui quali si sviluppa la vegetazione ripariale costituita da salici e ontani, Zuglio (Udine).

FLUVISOLS

Suoli formati da ripetuti depositi alluvionali che formano una tipica sequenza di orizzonti non sempre regolare

PROFILO	A-B-C-A_2-C_2...
calcaric fluvisols	calcareo tra i 20 e i 50 cm
eutric fluvisols	TSB>50% (tra 20-50 cm), non calcareo tra i 20 e i 50 cm
mollic fluvisols	A mollico, orizzonte H histico eutrico

I dati disponibili sui *fluvisols*[13] classificati in Friuli-Venezia Giulia mettono in evidenza la presenza di una tessitura franco-sabbiosa nei profili di montagna o di alta pianura, e franco-limosa nella bassa pianura; il pH risulta generalmente neutro-subalcalino mentre la percentuale dei carbonati pur variando negli orizzonti si mantiene su valori elevati pari al 70-80%.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-sabbiosa	7,2	7	100	18

(13) Valori medi relativi a un campione di 3 profili.

Le torbiere alpine che spesso hanno avuto origine dall'interramento di antichi laghi sono la classica situazione ove si possono riscontrare gli *histosols*, Ligosullo (Udine).

5.9 **Histosols** (Tavola IX)

Gli *histosols*, dal greco *histos*, tessuto, sono suoli costituiti soprattutto da materiali organici solo parzialmente decomposti; per questo motivo essi sono anche denominati suoli organici. Tale materiale a causa delle condizioni climatiche rigide e/o del permanente ristagno idrico forma un orizzonte scuro, talvolta giallognolo se vi sono condizioni di anaerobiosi. Gli *histosols* hanno pH variante da acido a molto acido.

Il profilo tipico risulta O-C, con una potenza dell'orizzonte O di almeno 40 cm, ma che non si spinge oltre gli 80 cm.

Possono essere confusi con le unità umiche degli altri gruppi.

Le unità pedologiche che possono essere presenti in Friuli-Venezia Giulia sono: *folic*, *terric* e *fibric*.

I *folic histosols* sono ben drenati eventualmente saturati in acqua per pochi giorni. I *terric histosols* hanno materiale organico molto decomposto, colorazione grigio scura e bruna oltre i 35 cm e un drenaggio da imperfetto a limitato. I *fibric histosols* presentano un materiale organico scarsamente decomposto, soprattutto intorno ed oltre i 35 cm e un drenaggio scarso, talora nullo.

Nella regione Friuli-Venezia Giulia gli *histosols* sono stati osservati alla

base di grandi pareti rocciose, su substrato sciolto carbonatico (detrito grossolano), in zone pianeggianti condizionate dal ristagno idrico, tipicamente colonizzate dalle mughete.

HISTOSOLS	
Suoli costituiti da materiali organici parzialmente decomposti che raggiungono spessori dell'orizzonte O di almeno 40 cm	
PROFILO	**O-C**
folic histosols	ben drenati o saturati d'acqua solo per alcuni giorni
terric histosols	materiale organico molto decomposto, colorazione grigio scura, drenaggio da imperfetto a limitato
fibric histosols	materiale organico scarsamente decomposto intorno ai 35 cm, drenaggio scarso talora nullo

La descrizione dei dati analitici degli *histosols* regionali mettono in evidenza le caratteristiche tipiche di questi suoli: *elevato contenuto di sostanza organica (in alcuni orizzonti può raggiungere anche il 100%), reazione nettamente acida lungo tutto il profilo e assenza pressoché completa di scheletro; tali suoli sono in genere molto soffici, poco strutturati e ad alta capacità di ritenuta idrica* (RONCHETTI e PIZZOLLI, l. c.).

orizzonti	Tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte O	-	3,9	96	-	-

5.10 Arenosol (Tavola X)

Gli *arenosol*, dal latino *arena*, sono suoli che si sviluppano su materiali sabbiosi, caratterizzati da limitato sviluppo e strutturazione, da una tessitura grossolana, e da elevata permeabilità lungo il profilo.

Gli *arenosol*, generalmente dotati di un orizzonte A poco sviluppato e con poca sostanza organica, devono avere un orizzonte B riconoscibile sebbene risulti troppo sabbioso per poter essere definito argilloso, cambico od oxico.

Il profilo tipico è quindi A-B-C, normalmente poco differenziato.

Possono essere confusi con i *fluvisols*, ma questi ultimi sono di regola privi dell'orizzonte B e sovente hanno orizzonti sepolti.

L'unica unità pedologica riscontrata nei profili aperti in Friuli-Venezia Giulia è la *calcaric*. I *calcaric arenosol* denotano forte effervescenza all'HCl, sono per questo motivo definiti "calcarei". Tuttavia si ritiene che possano essere presenti anche le unità *haplic e gleyic*. Gli *haplic arenosol sono* dotati di un orizzonte A ochrico e risultano privi di altri orizzonti

Gli *arenosols*, presenti nella zona costiera e lagunare della Regione, sono suoli dal limitato sviluppo e dalla scarsa strutturazione del profilo, Marano Lagunare (Udine).

diagnostici, mentre i *gleyic arenosol* manifestano proprietà gleyiche entro 100 cm dalla superficie.

Il Paesaggio lagunare e, in particolare, la zona limitrofa alla Laguna di Grado e di Marano, nonché il litorale di Lignano sono le localizzazioni del Friuli-Venezia Giulia ove sono presenti questi suoli. Il substrato sul quale poggiano e dal quale traggono origine è sciolto. Su questi suoli si incontrano le pinete d'origine artificiale poste fronte mare, il bosco costiero dei suoli idrici e la lecceta con pino nero.

ARENOSOL

Suoli su materiale sabbioso dallo sviluppo limitato, bassa strutturazione, a tessitura grossolana

PROFILO	A-B-C
haplic arenosol	con orizzonte A ochrico
calcaric arenosol	calcareo
gleyic arenosol	proprietà gleyiche entro 100 cm

I valori tratti dalle analisi eseguite negli *arenosol*[14] della Regione mettono in evidenza la presenza di una tessitura sabbiosa, un pH superiore a 8, una quantità di sostanza organica nel complesso limitata e un rapporto

(14) Valori medi relativi a un campione di 2 profili.

C/N basso; questo rapporto carbonio-azoto, *che indica la quantità di sostanza organica fresca trasformata dal processo di umificazione, è condizionato dalla natura stessa della sostanza che può essere costituita da composti più o meno solubili* PERSICANI (1989); più basso è il valore di tale rapporto maggiore sarà la velocità del processo di umificazione, diversamente valori oltre il 20 indicano una lentezza di trasformazione della sostanza organica nel sistema.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	sabbia-franca	8	5	100	-

5.11 Gleysol (Tavola XI)

Dal russo *gley*, terra fangosa, indica suoli interessati dal ristagno d'acqua lungo il profilo, formatisi principalmente su depositi alluvionali fluviali. Il carattere idromorfico, dovuto alla falda freatica, si deve manifestare entro i primi 50 cm di profondità e perdurare almeno per buona parte dell'anno; conseguenza di queste caratteristiche è la comparsa negli orizzonti profondi, con matrice a basso *chroma*, di screziature grigiastro-bluastre dovute alla riduzione del ferro, (in presenza di sostanza organica e ristagno idrico lungo il profilo), oppure giallo-rossastre dovute alla riossidazione del ferro che avviene in profondità a causa di fessurazioni profonde.

Non sono presenti orizzonti diagnostici eccetto gli orizzonti B cambico, calcico e gypsico.

Il profilo tipico è A-B-C oppure H-B-C.

I *gleysols* possono essere confusi con i *fluvisols* (idromorfi nei primi 50 cm) oppure con le unità *gley* di altri suoli.

Le unità pedologiche più frequentemente riscontrabili in Friuli-Venezia Giulia sono: *calcic*, *eutric*, e *mollic*.

L'unità *calcic* è dotata di un orizzonte calcico o gypsico, un orizzonte A ochrico ed un B cambico, mentre non sono presenti altri orizzonti diagnostici. Gli *eutric gleysols* hanno un tasso di saturazione basica superiore al 50% (tra i 20 e i 50 cm) e un orizzonte A ochrico e un B cambico.

I *mollic gleysols* sono dotati di un orizzonte A mollico oppure un orizzonte H histico eutrico.

I *gleysols* sono frequenti nella Regione e sono localizzati nella Bassa pianura (ove si assiste alla fluttuazione stagionale della falda freatica). In prossimità dei boschi planiziali, in condizioni morfologiche più rilevate, si osservano spesso anche i *gleyic cambisols*. I substrati sono sufficientemente permeabili e consentono il libero fluttuare della falda.

I *gleysols* sono suoli potenti interessati dal ristagno idrico dell'acqua lungo il profilo. Si localizzano entro la Bassa pianura nei querco-carpineti planiziali, Carlino (Udine).

GLEYSOLS
Suoli formatisi su depositi alluvionali e che mostrano proprietà gleyiche nei 50 cm superficiali

PROFILO	A-B-C oppure H-B-C
calcic gleysols	orizzonte calcico e/o gypsico, orizzonte A ochrico, orizzonte B cambico
eutric gleysols	TSB>50% (tra i 20-50 cm), orizzonte A ochrico, orizzonte B cambico
mollic gleysols	orizzonte A mollico, orizzonte H histico eutrico

Data l'esigua superficie ancora ricoperta da bosco planiziale l'indagine è stata condotta su un solo profilo[15] che ha messo in evidenza la presenza di una tessitura franco-argilloso-limosa in tutti gli orizzonti, una reazione subacida in superficie e subalcalina in profondità. La percentuale di carbonati risulta elevata sin dall'orizzonte A, mentre il tasso di saturazione basica e la capacità di scambio cationico permangono costanti lungo il profilo saturo.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-argilloso-limosa	6,2	9	100	28
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	7,1	1	100	26
orizzonte C	franco-argilloso-limosa	7,8	0	100	13

(15) Valori riferiti all'analisi di 1 profilo.

5.12 Podzols (Tavola XII)

I *podzols*, dal russo *pod*, sotto e *zola*, cenere, sono suoli dotati di un orizzonte fortemente sbiancato originatosi a causa della rimozione della sostanza organica, del ferro e dell'alluminio dall'orizzonte E. Questi composti si depositano in un orizzonte B detto spodico, ove l'accumulo può concretizzarsi in un sott'orizzonte di pochi centimetri cementato. Caratteri di idromorfia possono comparire entro i primi 60 cm. Il pH aumenta lievemente lungo il profilo, ma in superficie risulta acido. I *podzols* possono raggiungere 1 m di profondità utile alle radici. Lo sviluppo è frequentemente, ma non esclusivamente, legato alla presenza di substrati pedogenetici silicatici, di un clima rigido e di vegetazione a conifere con lettiera dalla lenta decomposizione.

Il profilo tipico risulta A-E-B_s-C.

I *podzols* possono essere confusi con i *podzolsuvisols* dai quali si differenziano per avere un orizzonte B spodico.

Le unità pedologiche segnalate in Friuli-Venezia Giulia sono: *haplic*, *cambic*, *ferric*.

L'*haplic podzols* ha un orizzonte B spodico, al cui interno il rapporto fra ferro libero e carbonio organico è minore di 6, di colore rossastro a causa della presenza di ferro libero e un orizzonte E albico con spessore maggiore di 2 cm oppure un sott'orizzonte entro il B spodico più arricchito di carbonio organico. L'unità *cambic* si differenzia per non avere un orizzonte E albico (se presente ha spessore minore di 2 cm oppure è discontinuo) e per avere proprietà gleyiche entro 1 m e *permafrost* entro 2 m

Il *ferric podzols* ha orizzonte B spodico al cui interno il rapporto tra il ferro libero e il carbonio organico è maggiore di 6.

In Friuli-Venezia Giulia questi suoli non sono frequenti e la loro presenza può essere segnalata su substrati flyscioidi del Paleozoico, in Carnia, in alcuni piceo-abieteti altimontani e in alcune peccete.

PODZOLS

Suoli sviluppati su substrati soprattutto silicatici, in climi freddi, con un orizzonte sbiancato dal quale è stata rimossa la sostanza organica, il ferro e l'alluminio

PROFILO	**A-E-B_s-C**
cambic podzols	orizzonte B spodico rossastro (Fe/C<6), con orizzonte E mancante o <2 cm
haplic podzols	orizzonte B spodico rossastro (Fe/C<6), orizzonte E albico > 2 cm
ferric podzols	orizzonte B spodico (Fe/C>6)

La pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici è il tipo forestale ove si riscontrano i podzols, suoli dotati di un orizzonte sbiancato originatosi a causa della rimozione della sostanza organica e del ferro, Paularo (Udine).

L'analisi del profilo rilevato nel Friuli-Venezia Giulia mette in luce i seguenti valori: la tessitura risulta franco-sabbiosa in A e AE, franca in B_{ts}, B_s e BC. Il pH[16] varia entro gli orizzonti tra valori di 4 e 5.

5.13 Calcisols (Tavola XIII)

I *calcisols,* dal latino *calx*, calce sono suoli in cui predominano i processi di traslocazione e di accumulo del carbonato di calcio e di magnesio dagli orizzonti superficiali a quelli profondi. Tali concentrazioni saline possono risultare cementate oppure soffici o pulvirulente e porsi entro i 125 cm dalla superficie.

Gli orizzonti diagnostici risultano l'A ochrico, il B cambico o argico calcareo.

I *calcisols* hanno tessitura generalmente media, sono dotati di buone capacità idriche; infatti, pur essendo ben drenati hanno un discreto grado di ritenzione dell'acqua. Talvolta l'elevato tenore in carbonati rende indisponibili per le piante alcuni elementi minerali quali il ferro e lo zinco.

Il profilo tipico risulta generalmente A-B-C.

---

(16) Il valore del pH si riferisce, diversamente dai precedenti, ad una misurazione effettuata in campagna.

L'ostrio-querceto a scotano costituisce il tipo forestale in corrispondenza del quale è stato rilevato un *calcisol*, suolo avente un orizzonte calcico, Duino (Trieste).

Possono essere confusi con i *cambisols* che sono però privi di concentrazioni calcaree così evidenti.

La presenza dei *calcisols* in Friuli-Venezia Giulia è da ricondurre essenzialmente agli affioramenti di substrati carbonatici associati ad abbondanti precipitazioni. Questi suoli non risultano molto diffusi e non esiste un evidente legame con la vegetazione forestale, ma piuttosto con determinate condizioni stazionali.

Le unità pedologiche riscontrabili in Friuli-Venezia Giulia sono: *haplic* e *luvic*. La prima presenta il solo orizzonte diagnostico B calcico, mentre la seconda anche quello argico.

CALCISOLS

Suoli aventi un orizzonte calcico o petrocalcico entro 125 cm oltre a un orizzonte A ochrico e un B cambico o argico

PROFILO	A-B_w-C
haplic calcisols	orizzonte B calcico
luvic calcisols	orizzonte B argico

In Friuli-Venezia Giulia dall'unico profilo scavato si desume che la tessitura risulta franco-argillosa lungo tutto il profilo, il pH assume dei valori acidi in superficie (4,5) e pressoché neutri in profondità; il tasso di saturazione in basi è di oltre l'80%, la capacità di scambio cationico risulta pari a 8 cmoli(+)/kg.

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-argillosa	4,5	6	80	10
orizzonte B	franco-argillosa	6,3	1	84	10
orizzonte C	franco-argillosa	6,8	0	90	-

TAVOLA I

Cambisols

Terre brune, ferretti, terre gialle

Suoli bruni forestali e suoli bruni lisciviati

Oi		Residui vegetali, poco decomposti.
Oe	0-4	Bruno giallastro molto scuro (10YR 3/2) (umido); residui vegetali, parzialmente decomposti, (hemimoder).
A	4-15	Bruno rossastro (5YR 4/4) (umido); franco-limoso; pietrosità frequente, grossolana, angolare, alterata; struttura poliedrica subangolare molto fine, molto debole; molto friabile (umido); molte radici grosse; acido; non calcareo; limite chiaro ondulato.
Bwh	15-45	Bruno forte (7,5YR 4/6) (umido); franco-limoso; pietrosità frequente, grossolana, angolare, alterata; struttura poliedrica subangolare molto fine, molto debole; molto friabile (umido); molte radici medie; acido; non calcareo; limite chiaro ondulato.
2BC	45-80	Rosso debole (10R 4/4) (umido); franco-limoso; pietrosità abbondante, grossolana, angolare, alterata; struttura poliedrica subangolare media, moderata; consistente (umido); radici comuni medie; acido; non calcareo; limite chiaro irregolare.
2C	80-100	Rosso debole (10R 4/4) (umido); franco; pietrosità dominante, pietre, angolare alterata; struttura poliedrica subangolare media, moderata; consistente (umido); poche radici fini; acido; non calcareo.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza		1	3	10	29	55	2

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	17
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	20
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	10
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	6
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	10
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	22
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	13
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	2

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	25
Altopiano	3
Medio versante	46
Basso versante	20
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	3
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	3
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	16
25-50%	33
50-75%	30
75-100%	15
>100%	6

Esposizione	Frequenza
Nord	30
Est	21
Sud	21
Ovest	21
Piano	7

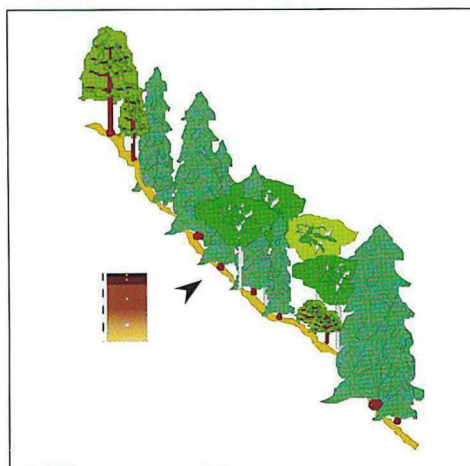



TAVOLA II

Leptosols

Rendzina, terre di alta montagna

Litosuoli, suoli umocarbonatici, protorendzina, rendzina, ranker, rendzina brunificati, ranker bruni

Oe	0-5	Grigio molto scuro (10YR 3/1) (umido); residui vegetali, parzialmente decomposti, (mull).
A	5-30	Bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2) (umido); franco; pietrosità comune, media angolare alterata; struttura grumosa media, moderata; molto friabile (umido); radici comuni fini; neutro; moderatamente calcareo; limite abrupto lineare.
C	30-45	Bruno giallastro chiaro (10YR 6/4) (umido); sabbioso-franco; pietrosità abbondante, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura incoerente; poche radici fini; alcalino; molto calcareo; limite abrupto lineare.
R	45-45+	Limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza	2	5		11	50	32	

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	11
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	36
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	38
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	5
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	5
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	5
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	8
Altopiano	8
Medio versante	25
Basso versante	17
Forra	
Frana	34
Versante terrazzato	8
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	29
25-50%	23
50-75%	32
75-100%	14
>100%	2

Esposizione	Frequenza
Nord	25
Est	23
Sud	25
Ovest	20
Piano	7

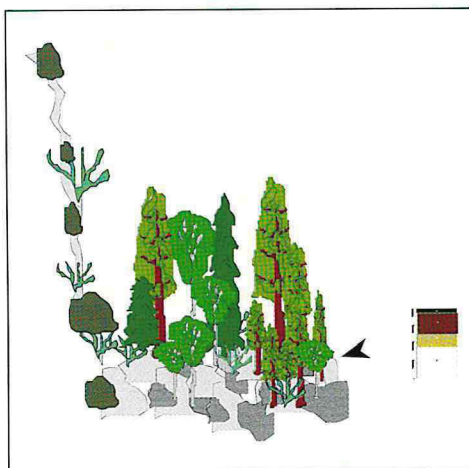



TAVOLA III

Luvisols

Terre rosse, ferretti, terre brune

Suoli bruni forestali, suoli bruni lisciviati

Oe	0-1	Bruno rossastro scuro (5YR 3/2) (umido); residui vegetali, parzialmente decomposti, (mull).
Au1	1-9	Bruno (10YR 4/3) (umido); franco; struttura poliedrica subangolare fine, moderata; friabile (umido); molte radici fini; subacido; non calcareo; limite abrupto lineare.
Au2	9-42	Bruno (10YR 5/3) (umido); franco-argilloso; pietrosità comune, ciottoli, arrotondata, poco o non alterata; struttura poliedrica subangolare media, forte; consistente (umido); radici comuni medie; subacido; non calcareo; limite chiaro lineare.
Bt	42-90	Bruno giallastro (10 YR 5/4) (umido); argilloso; pietrosità comune, ciottoli, arrotondata, poco o non alterata; struttura poliedrica angolare grossolana, forte; consistente (umido); molti cutans indistinti, argillosi, sulla superficie degli aggregati; poche radici fini; neutro; non calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza	4	14		41	14	27	

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	5
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	14
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	4
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	4
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	50
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	14
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	9
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	8
Altopiano	
Medio versante	50
Basso versante	25
Forra	8
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	9
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	14
25-50%	41
50-75%	41
75-100%	4
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	41
Est	14
Sud	23
Ovest	13
Piano	9

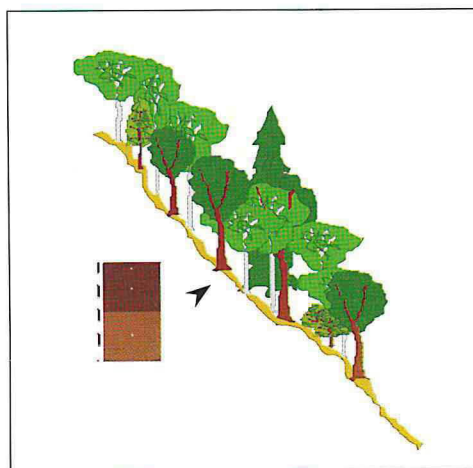



TAVOLA IV

Phaeozems

Terre nere

Rendzina brunificati, suoli bruni calcarei

Oi		Residui vegetali, poco decomposti.
Oe	0-3	Grigio molto scuro (10YR 3/1) (umido); residui vegetali, parzialmente decomposti.
Oa	3-7	Nero (10YR 2/1) (umido); residui vegetali decomposti (amphimull).
Au1	7-18	Bruno molto scuro (10YR 2/2) (umido); franco-limoso; pietrosità comune, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura grumosa media, moderata; friabile (umido); molte radici fini; acido; non calcareo; limite abrupto lineare.
Au2	18-42	Bruno-grigiastro molto scuro (10YR 3/2) (umido); franco-limoso; pietrosità comune, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura poliedrica subangolare media, debole; friabile (umido); radici comuni fini; subacido; non calcareo; limite abrupto lineare..
Bt	42-70	Bruno giallastro scuro (10YR 4/6) (umido); franco-limoso; pietrosità comune, grossolana, angolare, poco o non alterata, struttura poliedrica angolare media, moderata; consistente (umido); poche radici fini; subacido; non calcareo; limite abrupto irregolare.
R	70-70	Limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza				5	48	42	5

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	16
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	37
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	21
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	5
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	11
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	10
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	11
Altopiano	
Medio versante	78
Basso versante	
Forra	11
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Esposizione	Frequenza
Nord	37
Est	32
Sud	21
Ovest	10
Piano	

Pendenza	Frequenza
0-25%	16
25-50%	16
50-75%	42
75-100%	26
>100%	

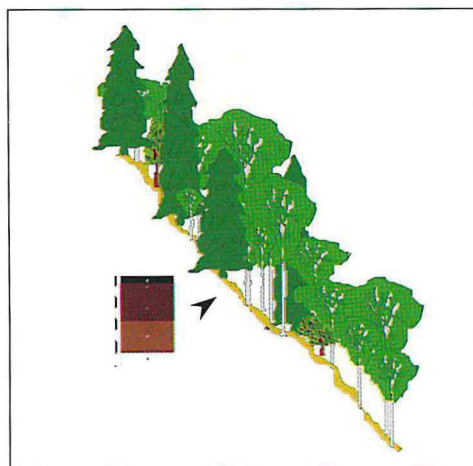



TAVOLA V

Regosols

Terreni pietrosi

Regosuoli

Oi		Residui vegetali, poco decomposti.
Oe	0-4	Nero (10 YR 2/1) (umido); residui vegetali, parzialmente decomposti, (dysmull).
A	4-18	Bruno scuro (10YR 3/3) (umido); franco-limoso; pietrosità frequente, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura grumosa molto grossolana, forte; consistente (umido); radici comuni fini; subalcalino; moderatamente calcareo; limite chiaro ondulato.
AC	18-42	Bruno giallastro scuro (10 YR 4/4) (umido); franco-limoso; pietrosità frequente, grossolana angolare, poco o non alterata; struttura poliedrica angolare media, moderata; friabile (umido); poche radici molto fini; alcalino; estremamente calcareo; limite graduale ondulato.
C	42-110	Bruno giallastro (10YR 5/4) (umido); franco-limoso; pietrosità abbondante, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura poliedrica angolare media, debole; molto friabile (umido); scarse radici molto fini; alcalino; estremamente calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza					48	47	5

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	42
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	32
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	21
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	5
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	25
Altopiano	
Medio versante	25
Basso versante	38
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	12
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	5
25-50%	32
50-75%	47
75-100%	16
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	16
Est	32
Sud	42
Ovest	5
Piano	5

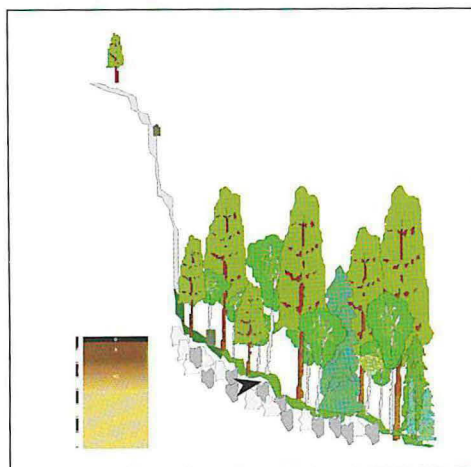



TAVOLA VI

Alisols

Terre gialle

Suoli bruni acidi

Oe	0	Residui vegetali parzialmente decomposti.
Oa	0-3	Grigio molto scuro (5YR 3/1) (umido); residui vegetali, decomposti, (dysmoder).
A	3-11	Grigio molto scuro (5YR 3/1) (umido); franco-limoso; struttura granulare fine, molto debole; molto friabile (umido); radici comuni grosse; acido; non calcareo; limite abrupto ondulato.
AB	11-26	Bruno rossastro (5YR 4/3) (umido); franco-limoso; struttura granulare media, moderata; friabile (umido); radici comuni grosse; acido; non calcareo; limite abrupto irregolare.
Bt1	26-58	Rosso giallastro (5YR 4/6) (umido); franco; pietrosità poca, media, angolare, alterata; struttura poliedrica angolare media, moderata; consistente (umido); scarse radici grosse; acido; non calcareo; limite chiaro lineare.
Bt2	58-90	Rosso giallastro (5YR 4/6) (umido); franco-limoso; pietrosità abbondante, media, angolare, poco o non alterata; struttura poliedrica subangolare fine, debole; molto consistente (umido); radici assenti; acido; non calcareo; limite abrupto lineare.
BC	90-120	Bruno rossastro (5YR 4/4) (umido); franco; pietrosità abbondante, grossolana, angolare, poco o non alterata; struttura poliedrica subangolare fine, molto debole; friabile (umido); radici assenti; acido; non calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza				42	8	50	

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	25
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	41
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	9
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	25
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	20
Altopiano	
Medio versante	60
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	20
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Esposizione	Frequenza
Nord	50
Est	8
Sud	17
Ovest	25
Piano	

Pendenza	Frequenza
0-25%	17
25-50%	42
50-75%	33
75-100%	8
>100%	

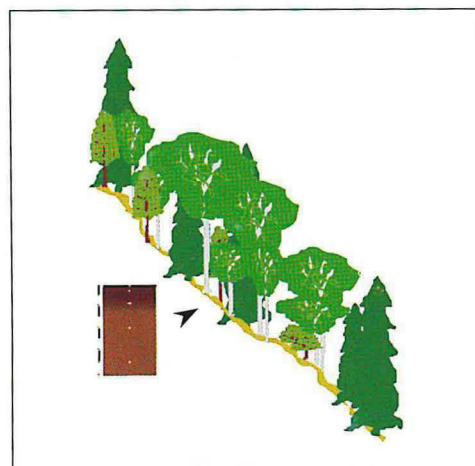



TAVOLA VII

Acrisols

Terre gialle

Suoli bruni acidi

Oa	0-3	Grigio molto scuro (10YR 3/1) (umido); residui vegetali, decomposti, (moder).
Au1	3-7	Bruno giallastro scuro (10YR ¾) (umido); franco-sabbioso; pietrosità comune, media, angolare, molto alterata; struttura granulare media, debole; friabile (umido); molte radici fini; acido; non calcareo; limite abrupto lineare.
Au2	7-25	Bruno giallastro (10YR 5/4) (umido); franco-sabbioso; pietrosità frequente, media angolare, molto alterata; struttura poliedrica subangolare fine, debole, friabile (umido); poche radici fini; acido; non calcareo; limite chiaro lineare.
Bt	25-60	Bruno giallastro chiaro (10YR 6/4) (umido); franco; pietrosità frequente, grossolana, angolare, molto alterata; struttura poliedrica angolare media, ponderata; consistente (umido); cutans comuni indistinti, argillosi, sulla superficie degli aggregati; scarse radici molto fini; acido; non calcareo; limite abrupto ondulato.
R	60-60	Limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza				50	50		

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	100
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	100
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	
25-50%	50
50-75%	50
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	50
Est	
Sud	
Ovest	50
Piano	

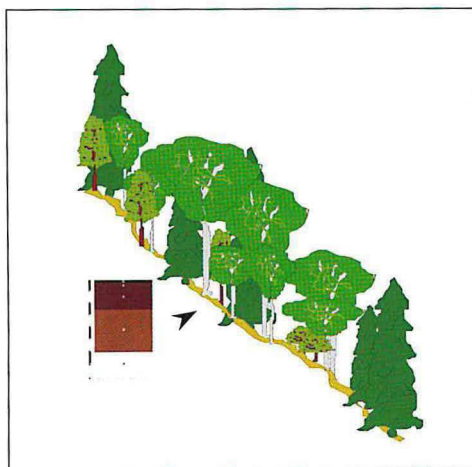
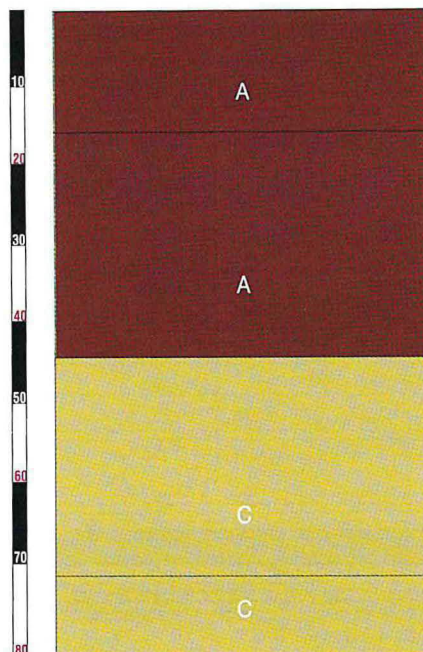



TAVOLA VIII

Fluvisols

Terreni recenti

Au1	0-16	Bruno giallastro scuro (10YR 4/4) (umido); franco; pietrosità abbondante da molto piccola a media isodiametrale arrotondata; struttura poliedrica subangolare media aderente; molto calcareo; alcalino; radici molto fini poche; limite abrupto lineare.
Au2	16-45	Bruno giallastro scuro (10YR 4/4) (umido); franco; pietrosità abbondante da molto piccola a media isodiametrale arrotondata; struttura poliedrica subangolare media aderente; molto calcareo; alcalino; radici molto fini poche; limite abrupto lineare.
C1	45-72	Bruno (10YR 5/3); sabbioso franco; pietrosità abbondante da molto piccola a media isodiametrale arrotondata; estremamente calcareo; molto alcalino ; limite chiaro ondulato.
C2	72-120	Grigio bruno pallido (10YR 6/2,5); pietrosità molto abbondante da molto piccola a media isodiametrale arrotondata.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza					67	33	

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	100
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	100
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	100
25-50%	
50-75%	
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	
Est	
Sud	
Ovest	
Piano	100

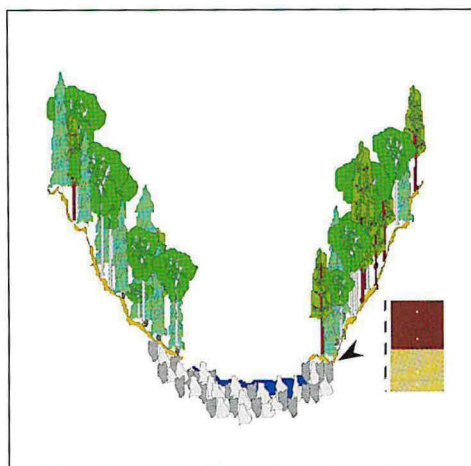
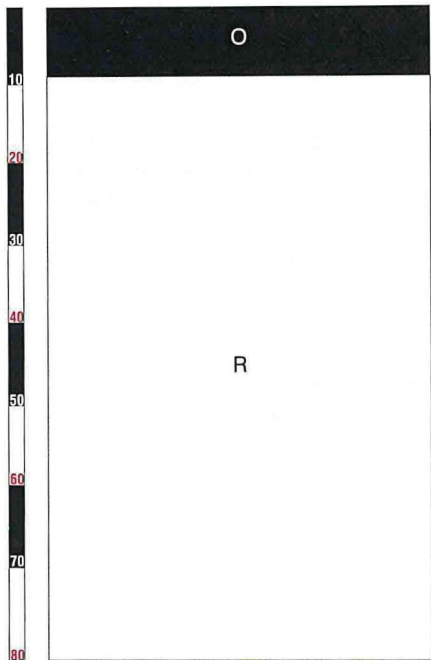



TAVOLA IX

Histosols

Terreni torbosi

Oa	0-8	Grigio molto scuro (5YR 3/1) (umido); residui vegetali, decomposti (moder)
R	8-8	Limite sconosciuto

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza					75	25	

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	25
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	50
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	25
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	100
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	25
25-50%	50
50-75%	25
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	25
Est	25
Sud	25
Ovest	25
Piano	

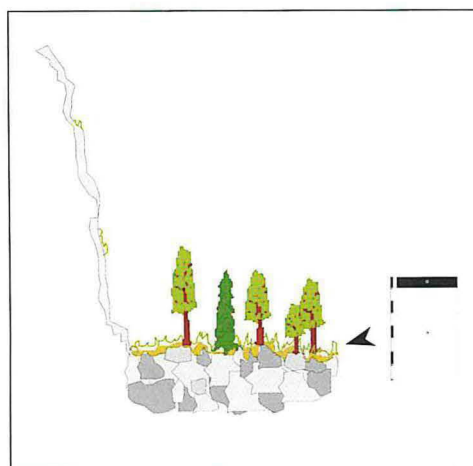
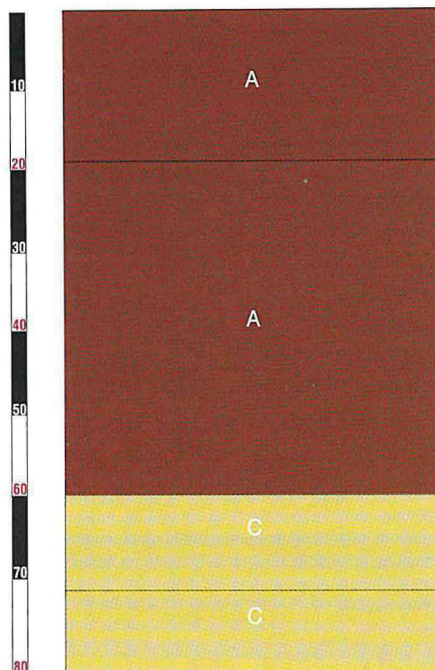
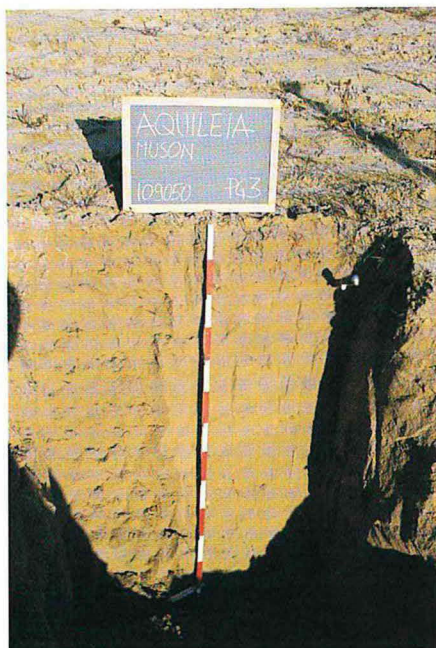



TAVOLA X

Arenosol

Terreni recenti

Au1	0-20	Bruno giallastro chiaro (2,5Y 6/3) (umido); sabbioso-franco; pietrosità assente; struttura incoerente; molto calcareo; alcalino; radici comuni fini; limite chiaro lineare.
Au2	20-60	Bruno giallastro chiaro (2,5Y 6/3) (umido); sabbioso-franco; pietrosità assente; struttura incoerente; molto calcareo; alcalino; poche radici fini; limite abrupto ondulato.
Ckm1	60-70	Bruno giallastro chiaro (2,5Y 6/3) (umido); moltissime concrezioni calcaree grossolane; sabbioso franco; pietrosità assente; molto calcareo; alcalino; limite diffuso ondulato.
Ckm2	70-150	Giallo pallido (2,5Y 7/3) (umido); frequenti concrezioni calcaree grossolane; pietrosità assente; molto calcareo; alcalino; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza	100						

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	100
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	50
Interduna	50

Pendenza	Frequenza
0-25%	100
25-50%	
50-75%	
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	
Est	
Sud	
Ovest	
Piano	100

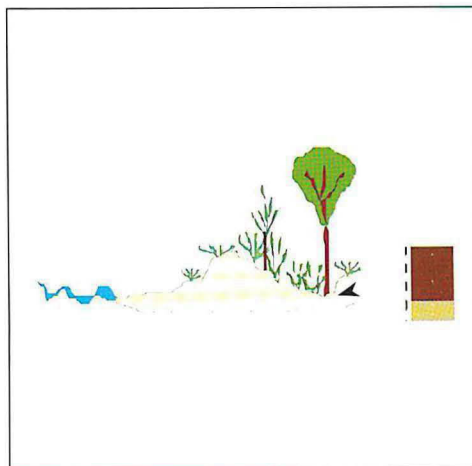



TAVOLA XI

Gleysols

Terreni a gley

A	0-38	Bruno giallastro scuro (10YR 4/4) (umido); franco-limoso; struttura poliedrica angolare media, forte; consistente (umido); poche radici fini; subacido; poco calcareo; limite abrupto lineare.
Bg	38-60	Bruno giallastro (10YR 5/2) (umido); screziature comuni fini, definite, con limite chiaro, giallo brunastre (10YR 6/6); franco-limoso; struttura poliedrica angolare fine, moderata; consistente (umido); poche radici fini; subalcalino; molto calcareo; limite abrupto lineare.
Bgk	60-82	Grigio chiaro (10YR 7/1) (umido); molte screziature medie, definite, con limite chiaro, giallo brunastre (10YR 6/6); franco-argilloso-limoso; struttura poliedrica angolare grossolana, moderata; consistente (umido); scarse radici molto fini; subalcalino; estremamente calcareo; limite abrupto ondulato.
Cg	82-130	Grigio chiaro (10YR 7/1) (umido); screziature comuni medie, definite, con limite chiaro, giallo brunastre (10YR 6/6); franco-argilloso-limoso; struttura poliedrica angolare grossolana, forte; molto consistente (umido); radici assenti; subalcalino; estremamente calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza			100				

Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	100
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	100
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	100
25-50%	
50-75%	
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	
Est	
Sud	
Ovest	
Piano	100

TAVOLA XII

Podzols

Podzoli

Podzol

Oi	0-1	Bruno rossastro scuro (5YR 3/2) (umido) residui vegetali, parzialmente decomposti.
Oa	1-6	Nero (5YR 2,5/1) (umido); dysmoder.
A	6-11	Rosso cupo (2,5YR 4/2) (umido); screziature comuni; franco-sabbioso; struttura granulare fine; debole; incoerente (umido); radici comuni medie; molto acido; non calcareo; limite abrupto lineare.
E	11-22	Rosso cupo (2,5YR 5/2) (umido); screziature abbondanti fini limite netto contrasto distinto (2,5YR 5/4); franco-sabbioso; struttura granulare fine; debole; incoerente (umido); radici comuni fini; acido; non calcareo; limite abrupto ondulato.
Bts	22-43	Rosso cupo (2,5YR 3,5/4) (umido); screziature comuni; franco; struttura poliedrica subangolare; debole; incoerente (umido); molte radici fini; acido; non calcareo; limite chiaro lineare.
Bs	43-60	Rosso cupo (2,5YR 3,5/4) (umido); screziature comuni; franco; struttura poliedrica subangolare; debole; incoerente (umido); molte radici molto fini; acido; non calcareo; limite abrupto lineare.
BC	60-60	Bruno (7,5YR 4/4) (umido); screziature comuni; franco; struttura poliedrica angolare media; debole; incoerente (umido); molte radici molto fini; acido; non calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**							
	Costiero	**Carsico**	**Planiziale**	**Avanalpico**	**Esalpico**	**Mesalpico**	**Endalpico**
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza						100	

Frequenze nei **gruppi di substrato**				
Gruppo di substrati	**Permeabilità**	**Alterabilità**	**Stabilità**	**Frequenza**
Sciolto	elevata	buona	ridotta	
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	100
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	**Frequenza**
Alto versante	100
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	
Interduna	

Pendenza	**Frequenza**
0-25%	100
25-50%	
50-75%	
75-100%	
>100%	

Esposizione	**Frequenza**
Nord	
Est	100
Sud	
Ovest	
Piano	

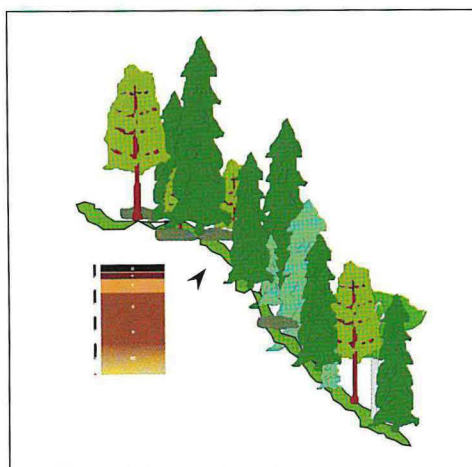
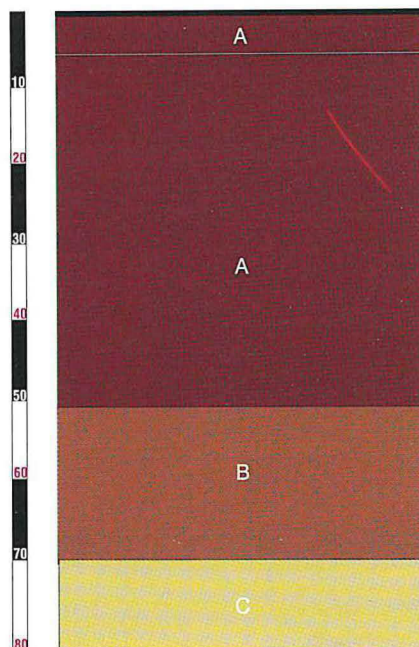



TAVOLA XIII

Calcisols

Terre brune

Suolo bruno calcareo

Au1	0-5	Bruno (10YR 4/3) (umido); franco-argilloso-limoso; struttura poliedrica subangolare, media, moderatamente sviluppata; molte radici fini; subalcalino; calcareo; limite abrupto lineare.
Au2	5-50	Bruno-giallastro-scuro (10YR 4/4) (umido); franco-argilloso-limoso; struttura poliedrica angolare, grande, moderatamente sviluppata; radici comuni fini; subalcalino; calcareo; limite abrupto lineare.
Bw	50-70	Bruno giallastro (10YR 5/5) (umido); franco-limoso; struttura poliedrica subangolare fine debolmente sviluppata; radici fini comuni; subalcalino; molto calcareo; limite abrupto ondulato.
Ckg	70-90	Grigio chiaro (10YR 7/2) (umido); screziature (10YR 5/8) (umido) abbondanti, medie, chiare; franco-limoso; struttura poliedrica angolare media debolmente sviluppata; poche radici fini; alcalino; molto calcareo; limite abrupto lineare.
Cg	90-140	Grigio chiaro (10YR 7/1) (umido); screziature (10YR 6/6) comuni, medie, chiare; franco-limoso; struttura massiva; alcalino; molto calcareo; limite sconosciuto.

Frequenze nei **distretti fitogeografici**

	Costiero	Carsico	Planiziale	Avanalpico	Esalpico	Mesalpico	Endalpico
Temperatura media annua (°C)	13,5-14	13,5-11	13,5-13	13-12	12-10	10-7	7-5
Precipitazioni medie annue (mm)	1000-1100	1100-1200	1200-1600	1600-1800	1800-3200	2000-1400	1400-1600
Frequenza	100						

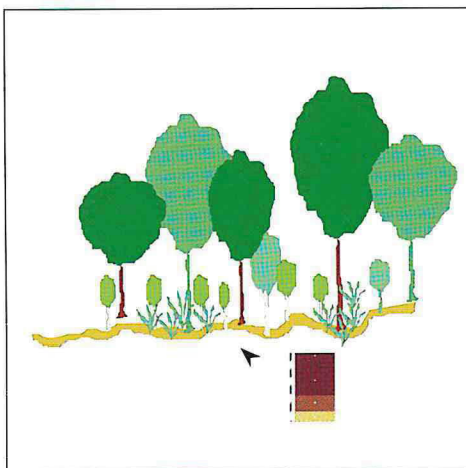
Frequenze nei **gruppi di substrato**

Gruppo di substrati	Permeabilità	Alterabilità	Stabilità	Frequenza
Sciolto	elevata	buona	ridotta	
Calcareo	ridotta	da scarsa a ridotta	buona	100
Dolomitico	scarsa	scarsa	elevata	
Gessoso	elevata	elevata	scarsa	
Flyscioide Cenozoico	ridotta	elevata	da buona a ridotta	
Arenaceo Mesozoico	ridotta	buona	da buona a ridotta	
Flyscioide Paleozoico	ridotta	elevata	ridotta	
Vulcanico	ridotta	ridotta	buona	

Frequenze nei **caratteri stazionali**

Posizione	Frequenza
Alto versante	
Altopiano	
Medio versante	
Basso versante	
Forra	
Frana	
Versante terrazzato	
Forme dolci e ondulate	
Pianura pedemontana	
Pianura intravalliva	
Pianura costiera	100
Interduna	

Pendenza	Frequenza
0-25%	
25-50%	100
50-75%	
75-100%	
>100%	

Esposizione	Frequenza
Nord	
Est	
Sud	
Ovest	
Piano	100

6. Suolo e vegetazione

In questo capitolo si cercherà di evidenziare la presenza di alcuni legami fra suolo e vegetazione. Si tratta di un argomento assai complesso in cui le posizioni fra i diversi studiosi risultano spesso contrapposte, fatto che, a seconda dei casi, esalta o deprime l'importanza applicativa degli studi di pedologia forestale. Nonostante la difficoltà dell'argomento si è ritenuto opportuno trattarlo ugualmente in modo decisamente pragmatico stabilendo alcune relazioni fra suolo e tipi forestali al fine di fornire alcune informazioni a chi è chiamato ad operare nella selvicoltura e, più in generale, nella pianificazione forestale.

Analizzando le relazioni fra suolo e vegetazione è necessario innanzitutto ricordare che si tratta di un processo di reciproca influenza, ovvero il suolo può condizionare la vegetazione come la vegetazione può condizionare il suolo. Questo avviene in modo relativamente evidente nei processi di formazione. Infatti gli studiosi di pedologia forestale appaiono generalmente concordi nel segnalare un legame assai marcato tra la vegetazione e la pedogenesi. Ad esempio, DELL'AGNOLA (1981) sostiene che *la vegetazione è al tempo stesso causa e conseguenza della formazione e della presenza di un determinato suolo*; ancora, WOLF (l. c.) asserisce che *"come pedologo sono assolutamente convinto della preminenza del complesso fattore vegetazione (insieme al microclima) per spiegare molti aspetti della distribuzione geografica dei processi pedogenetici. Non voglio con questo affermare che gli altri fattori siano da ignorarsi, ma è certo che il tipo di copertura vegetale (nonché le attività della flora e della fauna nel suolo) sono in grado di giustificare e guidare l'evoluzione del suolo stesso in questi ambienti* (n. d. r.: quelli di alta quota), *molto più del chimismo delle componenti minerali e dei classici schemi conoscitivi basati sull'alterazione dei minerali e la formazione di argille di neogenesi"*.

Anche il suolo svolge una marcata influenza nei processi di silvogenesi. Questo appare chiaro se si confrontano, a parità di altre condizioni ambientali, i processi di colonizzazione delle frane consolidate con quelli di

Le relazioni fra suolo e vegetazione non sempre risultano di facile individuazione essendo nascoste da altre che maggiormente influiscono sul funzionamento del complesso sistema bosco, Fusine-Tarvisio (Udine).

Nei settori altimontano e subalpino il bosco diventa più rado a causa della ridotta quantità di calore. Nella foto una pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici che si sviluppa su un suolo profondo e a reazione acida, Pontebba (Udine).

ricolonizzazione delle aree abbandonate dal pascolo o dall'agricoltura. Nel primo caso, ove il suolo è primitivo e può alternarsi alla nuda roccia, le prime specie arboree che compaiono sono quelle "pioniere" che, grazie alla loro spiccata capacità di adattamento, sopperiscono alle carenze d'acqua e di sostanza organica. Invece nelle aree abbandonate dall'agricoltura il suolo risulta caratterizzato da *uno sviluppo medio del profilo elevato e un orizzonte A generalmente scuro, profondo, strutturato* (PERSICANI, l. c.) e sovente si osservano dei *cambisols* o dei *phaeozems,* che consentono l'insediamento anche di specie arboree più esigenti.

Se, quindi, è possibile ritenere, almeno in prima approssimazione, che la vegetazione influenzi la pedogenesi come il suolo interagisca con la silvogenesi, maggiori dubbi sorgono alla domanda su quanto un suolo maturo (che ha raggiunto cioè un grado di evoluzione elevato in relazione alle condizioni stazionali) sia capace di condizionare la composizione o il funzionamento di una formazione forestale naturale. Sono i dubbi che, d'altra parte, sorgono a chiunque cerchi d'interpretare un sistema complesso attraverso l'analisi di uno solo degli elementi che agiscono nel sistema stesso ed è innegabile che una formazione forestale costituisca un sistema complesso in cui interagiscono molteplici fattori (clima, morfologia altitudine, ecc.) fra cui non va dimenticato l'uomo. Se ci si pone in quest'ottica, ovvero se si considera il bosco come un sistema com-

plesso, il suolo, a seconda dei casi, può risultare un protagonista, un coprotagonista oppure essere solo una comparsa fra i fattori che influenzano l'assetto di una formazione forestale.

Fra le situazioni in cui il suolo è protagonista si possono ricordare quelle degli ambienti estremi, ad esempio, verso il limite del bosco, ove l'acqua e il calore sono i principali fattori limitanti la vegetazione e il suolo, seppure rimaneggiato, garantisce le riserve idriche e nutritive e consente l'ancoraggio agli alberi (MANCINI, 1955, 1959).

All'opposto, in ambienti in cui una specie arborea si trova nel suo *optimum* (e solo in questo ambito), essa non conosce limitazioni spaziali derivanti da fattori fisici costituzionali come suolo o substrato. È quanto avviene, ad esempio, per il faggio nella fascia montana del distretto esalpico; i suoli censiti in corrispondenza di questa situazione sono i più disparati: si va dai *leptosols* ai *regosols*, dai *cambisols* fino ai *luvisols*. In questo caso il suolo svolge sul sistema un ruolo di semplice comparsa.

Le situazioni intermedie in cui il suolo svolge il ruolo di coprotagonista risultano di più difficile interpretazione perché meno manifeste essendo nascoste da relazioni più forti che la vegetazione intrattiene con il substrato o con le precipitazioni o con le temperature o con l'attività antropica.

Sulla base di queste considerazioni e delle osservazioni finora condotte in Friuli-Venezia Giulia deriva una prima osservazione di carattere generale: i possibili legami presenti fra suolo e vegetazione possono essere manifesti in alcuni ambienti, mentre in altri, per il cambiamento di alcune condizioni, appaiono molto meno evidenti. Così le considerazioni su questo argomento, che saranno di seguito illustrate, possono trovare un certo riscontro solo nel territorio del Friuli-Venezia Giulia, perdendo di significato già nel limitrofo Veneto o ancor più nelle altre regioni alpine centro-occidentali.

Le tipologie forestali adottando diverse chiavi (suolo, substrato, clima, morfologia, ecc.) per interpretare il complesso della vegetazione forestale di un certo ambiente consentono, nel contempo, di evidenziare quelle unità in cui il fattore suolo diviene determinante. Queste circostanze vengono spesso rese palesi anche a livello nomenclaturale nella denominazione dell'unità tipologica. Si possono così individuare delle serie di unità a forte condizionamento pedologico sulle quali è più agevole evidenziare i legami esistenti fra suolo e vegetazione.

Nonostante quest'ausilio, nell'affrontare tale tema, si sono incontrate altre difficoltà che forse è utile, almeno brevemente, ricordare. In primo luogo, si può citare il già menzionato fatto che le osservazioni pedologiche

Sui versanti un tempo terrazzati per consentire la coltivazione, la ricolonizzazione forestale a seguito dell'abbandono avviene rapidamente grazie alle favorevoli caratteristiche del suolo più ricco di nutrienti, Clauzetto (Pordenone).

Alle quote elevate dove il calore è il fattore limitante principale per la vegetazione, il suolo garantisce le condizioni minimali per la sopravvivenza anche delle specie arboree, Pontebba (Udine).

disponibili in questo lavoro derivano da un campionamento, in linea generale, di tipo statistico sistematico cosicché sono disponibili molte osservazioni per le situazioni più ricorrenti (ad esempio, i *cambisols*) e poche (come, ad esempio, gli *arenosol*) per quelle rare. In quest'ultimo caso si potrebbe essere indotti a individuare delle chiare relazioni fra suolo e vegetazione che potrebbero però essere legate solo alla scarsa significatività numerica del campione. In secondo luogo, si può ricordare che, a fronte di circa un centinaio di unità tipologiche, il seppure consistente campione di rilievi pedologici (224) appare numericamente insufficiente. Neanche il ricorrere ad unità tipologiche di ordine superiore (ad esempio, le categorie che sono 15) può risolvere il problema a causa dell'eterogeneità interna all'unità stessa. Infine non sempre il legame fra suolo e vegetazione, pur presente, è reso palese dalla configurazione del suolo stesso, ma spesso dipende da un solo carattere (ad esempio, la reazione oppure la disponibilità idrica intimamente connessa alla tessitura e alla quantità di sostanza organica) non sempre facilmente individuabile.

Pur coscienti di queste difficoltà si è voluto tentare ugualmente un'analisi delle possibili relazioni fra suolo e vegetazione, relazioni che, giova ripeterlo, hanno mero significato applicativo e validità territoriale limitata.

6.1 Suolo e vegetazione in particolari ambienti

In alcune parti del territorio regionale la combinazione dei fattori della pedogenesi (substrato, precipitazioni, termometria, ecc.) determina la formazione di un solo tipo di suolo. In questi ambiti, ma per motivazioni non sempre legate alle caratteristiche del suolo stesso, vi è di frequente la presenza anche di un solo tipo forestale. È quanto avviene soprattutto lungo il litorale, nella Bassa pianura, nelle zone prospicienti gli alvei di fiumi e di torrenti di pianura e di montagna.

Lungo il litorale sabbioso, sui cordoni dunosi o in prossimità dei delta fluviali il fattore pedogenetico decisivo è il substrato sabbioso che presiede alla formazione di suoli poco strutturati e differenziati, denominati, secondo la legenda FAO, *arenosol*. In Friuli-Venezia Giulia questi ultimi sono presenti solo in quella porzione di territorio, stretta e lunga, posta tra la foce del Tagliamento e quella dell'Isonzo. In questa stessa fascia, a sviluppo longitudinale, vi è un livellamento delle condizioni climatiche che rende possibile l'insediamento di una particolare vegetazione inquadrabile nella categoria delle *formazioni costiere* (fatta eccezione per l'ostrio-lecceta della Costiera Triestina): la lecceta con pino nero (e le pinete soprattutto di pino domestico d'origine artificiale) e, in parte, il bosco costiero dei suoli idrici. Si instaura, quindi, uno stretto legame fra suolo (l'*arenosol*) e tipi forestali (la lecceta con pino nero) che potrebbe essere definito "costituzionale" poiché sul substrato sabbioso si sviluppano solo gli *arenosol* e sugli *arenosol* vegetano solo le formazioni costiere le cui esigenze climatiche vengono soddisfatte unicamente lungo il litorale.

Entro la Bassa pianura, costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo (MICHELUTTI, *in verbis*) sono frequenti i *gleysols* condizionati dalla falda abbastanza superficiale e risalente in superficie in alcuni periodi dell'anno. In questo ambiente l'unica vegetazione forestale presente, seppure poco estesa, è quella dei querco-carpineti planiziali; a causa di ciò si crea una relazione fra il suolo (*gleysols*, più frequente del *calcisols* e del *cambisols*) e tipo forestale ancora in presenza di un particolare ambiente (Bassa pianura).

I suoli che si formano in prossimità degli alvei dei fiumi e dei torrenti, siano essi di pianura o di montagna, anche in presenza di deposizioni diverse, risultano condizionati dal medesimo succedersi di fenomeni di ricoprimento da parte dei detriti o delle sabbie fini a formare una serie di orizzonti quasi mai ordinati che la legenda FAO definisce *fluvisols*. Su questi suoli sono presenti soprattutto diversi consorzi a salici, specie che dimostrano predilezione per le zone umide e i suoli ricchi d'acqua, ma che in

alcune circostanze, si pensi ai greti fluviali assai aridi nella stagione estiva, sono in grado di tollerare anche fortissime variazioni della disponibilità idrica nel suolo. Le più caratteristiche fra queste formazioni sono riconducibili a due saliceti. Il primo, a *Salix alba* (accompagnato spesso da pioppo nero quale condominante arboreo e da *Salix triandra* nello strato arbustivo), si sviluppa su suoli sabbioso-limosi, talvolta sommersi e sempre ben riforniti d'acqua e in condizioni eutrofiche. Il secondo, a *Salix eleagnos* (accompagnato da *Salix purpurea* e dal più raro *Salix daphnoides*), che caratterizza, invece, i greti fluviali e torrentizi a tessitura sabbioso-ghiaiosa, capaci di sopportare lunghi periodi di magra e con minori disponibilità in nutrienti. Queste formazioni risalgono notevolmente dall'Alta pianura fino all'orizzonte montano superiore (DEL FAVERO e altri, l. c.).

Invece nell'ambiente montano, all'interno di alcune valli del distretto mesalpico, tra il basso versante e il greto del corso d'acqua si osserva, spesso sui *fluvisols,* a confine con la vegetazione riparia, una formazione forestale definita pecceta su alluvioni che, come specificato dal nome stesso del tipo, è diffusa solo in questi particolari ambienti.

Anche in queste circostanze si instaurano, quindi, delle relazioni fra suolo (*fluvisols*) e vegetazione (formazioni a salici e pecceta su alluvioni) condizionate dalla contemporanea presenza di un particolare ambiente (i greti dei torrenti e dei fiumi)[17].

6.2 Disponibilità idrica del suolo e vegetazione

Nei suoli forestali del Friuli-Venezia Giulia, almeno in prima approssimazione, esiste un buon equilibrio fra esigenze in elementi nutritivi delle specie arboree e loro quantità nel suolo. In altre parole, si può ritenere, anche se solo in linea generale, visto che spesso mancano precisi valori di riferimento, che raramente l'assenza o l'eccesso di uno o più fra gli elementi nutritivi sia determinante sulla composizione dello strato arboreo. Viceversa, come spesso avviene negli ambienti mediterraneo e submediterraneo, è la disponibilità idrica a giocare un ruolo decisamente più significativo. L'acqua, infatti, *è essenziale per i processi pedogenetici fisici e chimici e agisce anche da veicolo di trasporto delle sostanze favorendo l'eluviazione* (CAPPELLI, 1972).

La quantità di acqua che arriva al sistema forestale attraverso le pre-

(17) Alcuni autori considerano spesso questi suoli "azonali" in quanto si formano in ambienti climaticamente molto diversi; di fatto sarebbe necessario definirli "climaticamente azonali", ma "costituzionalmente zonali" in quanto legati ad uno specifico ambiente.

Il piceo-faggeto dei suoli mesici si sviluppa su suoli potenti, dotati di argilla e poveri in scheletro, caratteristiche che assicurano un buon tenore idrico nel suolo, Tarvisio (Udine).

cipitazioni (piovose e nevose) e la condensazione dell'umidità atmosferica subisce, prima di rendersi utile alla vegetazione, una forte decurtazione dovuta a vari processi. Ai fenomeni noti come l'evapotraspirazione se ne associano altri assai vari, diversi da bosco a bosco, dovuti, ad esempio, alla conformazione delle chiome degli alberi (che può consentire un rilascio delle precipitazioni localizzato o diffuso, a seconda della forma della chioma stessa o della presenza e forma delle foglie), alla struttura del bosco (una distribuzione verticale multiplana determina un'intercettazione a diversi livelli consentendo un rilascio dell'acqua più graduale), ecc.

L'acqua giunta al suolo, anche se in quantità rilevante, deve essere trattenuta per poter essere assimilata dalle radici degli alberi. Quest'azione viene svolta soprattutto dalle particelle fini quali il limo e l'argilla e dalla sostanza organica. Ne consegue, ancora in prima approssimazione, che in situazioni in cui le precipitazioni non mancano, la disponibilità idrica del suolo varia in relazione alla potenza del suolo, alla tessitura e alla presenza di scheletro. Suoli profondi, a tessitura franca e con poco scheletro hanno generalmente una discreta disponibilità idrica, mentre suoli sottili, ricchi in scheletro e in sabbia possono presentare periodi di limitata disponibilità idrica. Quindi, in modo seppure grossolano, la potenza del suolo, la tessitura e la presenza di scheletro possono fornire una prima idea sulla disponibilità idrica del suolo.

Il ruolo svolto dall'acqua nel suolo sembra assumere una certa rilevanza sulla composizione e sul funzionamento delle formazioni forestali presenti nel Friuli-Venezia Giulia anche se si analizza la loro articolazione tipologica[18]. Gli autori di questo manuale (DEL FAVERO e altri, l. c.) hanno ritenuto opportuno individuare delle serie di tipi forestali in cui la disponibilità idrica diviene protagonista; sono questi i tipi denominati con una delle seguenti specificazioni: dei suoli xerici, dei suoli mesoxerici, dei suoli mesici, dei suoli mesoidrici e dei suoli idrici. Le serie dei suoli xerici e dei suoli mesici sono di gran lunga le più diffuse. La prima esprime una condizione di carenza idrica, anche se magari solo per un certo periodo dell'anno, mentre la seconda evidenzia una situazione di centralità in termini di disponibilità idrica.

Mettendo in relazione i suoli FAO con le unità tipologiche afferenti a queste serie (tabella 6.1) si può rilevare che i *regosols* e i *leptosols* prevalgono nettamente nei tipi forestali della serie dei suoli xerici. Si tratta, infatti, di suoli ove il drenaggio dell'acqua risulta particolarmente spinto e veloce. Ciò è legato alla notevole frazione in scheletro presente, all'elevata porosità, dovuta al prevalere della tessitura sabbiosa e alla potenza del profilo abbastanza limitata. Questi suoli divengono poi esclusivi per alcune unità delle categorie delle pinete di pino nero e di pino silvestre o delle mughete o degli orno-ostrieti. Sono queste le situazioni in cui una caratteristica del suolo diviene protagonista nei confronti della composizione arborea.

Nei tipi della serie dei suoli mesici i suoli FAO più rappresentati sono invece i *cambisols*, i *luvisols* e i *phaeozems*, tutti caratterizzati da un generale sviluppo del profilo più marcato e da una tessitura più fine (soprattutto limosa o franco-argillosa). I tipi forestali che caratterizzano questa serie vanno dai castagneti ai piceo-faggeti, ad alcuni abieteti fino alle peccete. Non esiste, quindi, una chiara relazione fra suolo e unità tipologica come si è visto nel caso precedente. In effetti le condizioni ottimali per alcune specie come, ad esempio, l'abete bianco si verificano anche su questi suoli, ma non esclusivamente. Ciò che caratterizza queste unità è invece la notevole ricchezza dello strato erbaceo, dovuta appunto

(18) Fra le varie relazioni suolo-vegetazione non vanno dimenticate anche quelle di ordine superiore del tipo substrato-suolo-vegetazione; fra queste si può ricordare, ad esempio, quella fra flysch del Cenozoico, suoli desaturati (*luvisols*, *alisols* e i *dystric cambisols*) e tipi forestali caratterizzati da specie esigenti in acqua, spesso annoverate fra le cosiddette "latifoglie nobili" (frassino maggiore, acero di monte, ciliegio, tiglio, ecc.) a conferma di quanto già osservato da PRINCIPI (l. c.) a proposito del fatto che *la capacità di un terreno di trattenere l'acqua dipende dalla quantità di limo e di argilla presenti; terreni con un elevato contenuto di argilla si presentano atti per alberi che richiedono quantità elevate di acqua e elementi nutritivi, come aceri, frassini e tigli.*

Sui substrati arenacei del Mesozoico si formano suoli di buona potenza e disponibilità idrica molto favorevoli alla vita della vegetazione sia arborea che erbacea, Sauris (Udine).

ad un'equilibrata disponibilità idrica, senza difetti, ma neanche senza eccessi altrettanto se non ancora più dannosi. Un così ricco strato erbaceo esercita una forte concorrenza nei confronti della rinnovazione delle specie arboree che, pur non mancando, riesce ad affermarsi solo dopo tempi relativamente lunghi. La disponibilità idrica, in questo caso, non è protagonista nei confronti della composizione arborea, ma lo è, invece, nei riguardi del funzionamento del sistema e in particolare per quanto attiene il processo di autoperpetuazione.

Tabella 6.1 - Suoli FAO nelle unità tipologiche tendenzialmente presenti su suoli xerici o su suoli mesici.

	leptosol	*regosol*	*calcisol*	*fluvisol*	*phaeozem*	*cambisol*	*luvisol*	*alisol*
Tipi forestali tendenzialmente presenti su suoli xerici								
Ostrio-lecceta	■							
Ostrio-querceto a scotano	■		■				■	
Ostrio-querceto tipico	■	■						
Orno-ostrieto	■	■				■		
Faggeta submontana con ostria	■	■			■			
Faggeta montana tipica mesalpica	■					■		
Pinete di pino nero e di pino silvestre	■	■			■			
Mughete	■	■						
Piceo-faggeto dei suoli xerici		■		■		■		
Pecceta di sostituzione dei substrati gessosi	■							
Lariceto tipico dei substrati carbonatici	■					■		
Tipi forestali tendenzialmente presenti su suoli mesici								
Castagneto dei suoli mesici						■	■	■
Rovereto tipico							■	
Faggeta submontana dei suoli mesici carbonatici					■			
Faggeta submontana dei suoli mesici silicatici							■	■
Faggeta montana dei suoli mesici					■	■		
Piceo-faggeto dei suoli mesici						■	■	
Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici	■	■			■	■	■	
Abieti-piceo-faggeto dei suoli mesici	■				■	■		
Piceo-abieteto dei sub. carb. dei suoli mesici carbonatici						■		
Piceo-abieteto dei suoli mesici						■		■

6.3 Reazione del suolo e vegetazione

La reazione di un suolo è una delle caratteristiche che con maggiore frequenza viene analizzata dai tecnici forestali nello studio di una stazione. Questo è frutto della tradizione e del fatto che la valutazione del pH *può costituire un'espressione sintetica di ambiente chimico-pedologico che racchiude e rappresenta validamente l'azione di tutte le componenti* (PERSICANI, l. c.). Questo carattere ha poi il vantaggio di essere facilmente misurabile, anche se non è infrequente commettere l'errore di giudicare la reazione del suolo sulla base di una singola misura, mentre essa può variare anche di molto passando da un orizzonte all'altro.

Le relazioni fra reazione del suolo e vegetazione forestale risultano di non facile interpretazione in quanto esse sono intimamente legate e, quindi, influenzate da quelle più generali esistenti fra il suolo, la vegetazione, il substrato e il clima.

In linea generale, nei suoli forestali, indipendentemente dalla natura del substrato di origine, la reazione acida degli orizzonti risulta più frequente di quella alcalina. Questo fenomeno può avere una diversa origine: si può distinguere, infatti, un'acidità costituzionale (PERSICANI, l. c.) da una derivata. L'acidità "costituzionale" deve la propria genesi al condizionamento esercitato dalla roccia madre. Quest'ultima, infatti, *rappresenta la matrice ereditata che può essere più o meno intensamente trasformata nel corso delle varie fasi pedogenetiche* (PERSICANI, l. c.). In Friuli-Venezia Giulia non vi sono i substrati acidi per eccellenza (le rocce cristalline reperibili nelle Alpi occidentali), esistono però delle formazioni terrigene e flyscioidi di per sé acide, ma non in modo così marcato. Si tratta delle formazioni del Dimon e dell'Hochwipfel, dislocate soprattutto in Carnia. I suoli solitamente molto potenti, che si sviluppano su questi substrati, mantengono valori bassi di pH lungo tutto il profilo.

Diversamente, soprattutto su substrati carbonatici, ma non esclusivamente, può verificarsi un'acidità "derivata", frutto di una desaturazione dovuta alla lisciviazione molto intensa delle basi operata dall'acqua lungo il profilo (*regime pluviometrico percolativo* - PERSICANI, l. c.). In questi casi la differenza tra il pH degli orizzonti superficiali (molto acido) e quello misurato in profondità (condizionato dalla roccia madre) può risultare notevole. Nei suoli forestali del Friuli-Venezia Giulia l'acidità derivata è abbastanza frequente ed è favorita dalle elevate precipitazioni che contribuiscono fattivamente al processo di lisciviazione.

Nel piceo-abieteto dei suoli acidi montano sono stati osservati suoli profondi a reazione acida come *alisols e acrisols,* Cercivento (Udine).

Le relazioni fra reazione del suolo e vegetazione trovano, in letteratura, spiegazioni spesso antitetiche: affermazioni del tipo: "*...la lettiera delle conifere tende ad acidificare il suolo più di quella delle latifoglie*" possono venire facilmente smentite da PRINCIPI (1955) il quale sostiene che *suoli ricoperti dal bosco di latifoglie anziché da un bosco di conifere risultano più acidi perché le foglie con lamina assai ampia cedono al suolo una maggiore quantità di elementi minerali.*

In realtà, sempre facendo riferimento alla specifica situazione osservabile nel Friuli-Venezia Giulia dove, giova ripeterlo, mancano dei substrati e dei suoli veramente acidi, le relazioni fra reazione del suolo e vegetazione arborea appaiono molto deboli. Infatti i tipi forestali ascrivibili alla serie dei suoli acidi non hanno una composizione dello strato arboreo di molto diversa da quella di altri tipi presenti in ambienti simili. La loro composizione, invece, cambia soprattutto in relazione alle caratteristiche climatiche, come si può osservare in tabella 6.2. Si hanno, infatti, a partire dal distretto avanalpico i castagneti e i rovereti, per passare nel distretto esalpico alle faggete, fino nel distretto mesalpico alle peccete. Di queste formazioni esistono, peraltro, anche le unità "tipiche" che, come si è detto, non mostrano una significativa diversità nella composizione arborea.

Quello che invece cambia in modo sostanziale è la composizione dello strato erbaceo. La variazione anche di pochi punti del pH, so-

prattutto negli orizzonti superficiali, ma non solo, porta ad una notevole selezione delle specie erbacee tanto che solo alcune riescono a sopravvivere (POLUNIN e WALTERS, 1987). Fra queste si possono ricordare: *Avenella flexuosa*, *Blechnum spicant*, *Calamagrostis arundinacea*, *Calamagrostis villosa*, *Carex pilosa*, *Carex pilulifera*, *Dryopteris dilatata*, *Homogyne alpina*, *Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*, *Luzula luzulina*, *Luzula luzuloides*, *Luzula sylvatica*, *Maianthemum bifolium*, *Melampyrum pratense ssp. vulgatum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium gaultherioides* e poche altre. Questo impoverimento della composizione dello strato erbaceo ha spesso un effetto positivo perché ne riduce la concorrenza nei confronti della rinnovazione che, in molti casi, proprio in questi tipi della serie acida risulta abbondantissima e di facile affermazione. Quando, però, lo strato erbaceo, pur costituto anche da una sola specie, assume una copertura elevata, quasi continua, possono sorgere nuovamente problemi d'insediamento della rinnovazione; è quanto avviene nelle varianti a calamagrostide delle faggete o delle peccete altimontane dei substrati silicatici.

Sulla base di queste considerazioni si può quindi ritenere che la reazione del suolo non influenzi tanto la composizione dello strato arboreo, quanto modifichi sostanzialmente il funzionamento del sistema[19].

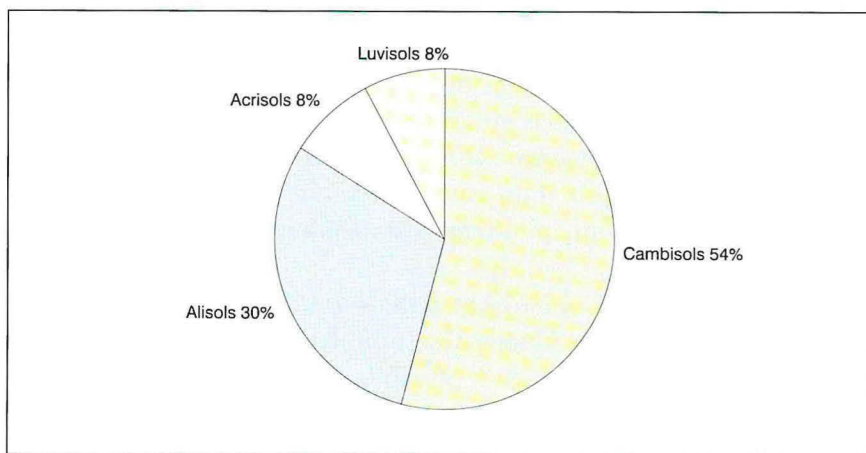
Nelle unità tipologiche della serie dei suoli acidi prevalgono largamente i suoli profondi e desaturati (tra i quali *dystric cambisols*, *luvisols*, *acrisols*, *alisols)* come è possibile osservare nella figura 6.1. Questo a sua volta dipende, in primo luogo, dalla natura del substrato, di tipo flyscioide, che grazie alla sua notevole alterabilità consente la formazione di un profilo potente e, in secondo luogo, dall'elevata piovosità che genera un processo di traslocazione delle basi dagli orizzonti superficiali a quelli profondi, senza peraltro consentire la formazione di veri e propri *podzols* anche perché, secondo ANTONIETTI (1968), *l'alterazione chimica della roccia e l'attività biologica intense riuscirebbero a mantenere una circolazione di sostanze nutritive sufficiente a compensare la lisciviazione verso gli strati profondi del terreno.*

---

(19) Non è forse inutile ricordare, in questo contesto, i fenomeni di alterazione del *turn over* della sostanza organica che si verificano in presenza di conifere in ambienti ad esse inusuali (ad esempio, abieteto esalpico submontano, peccete di sostituzione, impianti di pino nero su ornoostrieto, ecc.). Queste alterazioni provocano, in genere, anche un'acidificazione degli orizzonti organici che segnala, in questo caso, un cattivo funzionameto del sistema.

Tabella 6.2 - Unità tipologiche della serie dei suoli acidi presenti nei diversi distretti.

DISTRETTO	TIPO FORESTALE
Avanalpico	Castagneto dei suoli acidi
Esalpico	Faggeta submontana dei suoli acidi
	Pecceta di sostituzione dei suoli acidi
Mesalpico	Faggeta montana dei suoli acidi
	Faggeta altimontana silicatica
	Abieti-piceo-faggeto dei suoli acidi altimontano
	Piceo-abieteto dei suoli acidi
	Pecceta montana dei suoli acidi

Figura 6.1 - Ripartizione percentuale dei tipi di suolo presenti nelle unità tipologiche dei suoli acidi.

6.4 Suolo e fertilità

Se esistono delle difficoltà e delle perplessità nell'evidenziare le relazioni fra suolo e vegetazione forestale, queste divengono eclatanti se si cerca un legame fra suolo e fertilità. Ciò è dovuto, in primo luogo, al fatto che il concetto stesso di fertilità è interpretato in vario modo (fertilità potenziale indipendente dalla copertura vegetale, fertilità potenziale legata al tipo di copertura, feracità, capacità del suolo a sopperire alle esigenze della vegetazione che cresce in esso - McRAE, l.c. - ecc.).

Anche prescindendo da questo primo problema, se si accetta che la fertilità possa essere indirettamente espressa da un qualche parametro di natura dendro-auxometrica, come di solito avviene in ambito forestale, le difficoltà non sempre diminuiscono. Infatti, se questi parametri sono

generalmente di facile determinazione nelle piantagioni (si pensi al *Site Index* o all'uso di tavole alsometriche) quando si passa alle formazioni naturali le difficoltà risultano spesso insormontabili. Così l'altezza dominante raggiunta ad una certa età, principale parametro considerato per l'espressione indiretta della fertilità nelle formazioni a distribuzione verticale monoplana, può essere di difficile determinazione o perché l'età degli alberi è assai varia, in quanto la rinnovazione naturale avviene in modo dilazionato in un lungo tempo (anche fino a mezzo secolo) o la struttura apparente può non essere in sintonia con la struttura cronologica derivando da processi di monostratificazione dal basso o dall'alto o perché, fissata una certa età di riferimento, che dovrebbe essere uguale per tutte le formazioni al fine di consentire dei confronti, possono mancare soprassuoli che hanno raggiunto quell'età; è quanto avviene quando sono ricorrenti le neo formazioni. Considerando poi le strutture più articolate, come lo sono quelle a distribuzione verticale multiplana, la ricerca di un parametro capace di esprimere indirettamente la fertilità è ancora più complessa. Potrebbe essere la statura riferita all'età degli alberi più alti (o di maggiore diametro) o potrebbe essere l'incremento corrente, entrambi parametri di non facile misurazione e che soprattutto non consentono di fissare un preciso riferimento uguale per tutte le formazioni. Nei cedui, poi, il riferimento possibile è solo l'incremento medio di maturità, maturità che può verificarsi ad età diverse. Infine misure dendrometriche affidabili risultano improponibili, tecnicamente ed economicamente, in molti boschi presenti nei luoghi più accidentati dell'ambiente alpino.

Se questi problemi sussistono per l'espressione della fertilità, difficoltà esistono anche a livello di suolo quando, come spesso avviene in ambienti non coltivati e a morfologia accidentata tipicamente coperti da boschi naturali, la variabilità pedologica è elevatissima, quasi puntiforme, non necessariamente accompagnata da un'analoga variabilità delle caratteristiche dendrometriche del soprassuolo.

Considerazioni di questo tipo, di cui quelle esposte sono solo le più evidenti, vengono fatte con modalità diverse dagli studiosi che si occupano di questi problemi. L'approccio adottato non è però tanto legato ad un'analisi globale del problema, ma più spesso fa riferimento alle situazioni note allo studioso stesso. Così molti autori che hanno maturato la loro esperienza in soprassuoli d'origine artificiale evidenziano spesso uno stretto legame fra caratteristiche del suolo e fertilità (PYATT e SUAREZ, 1997; CARMEAN 1976, 1977; HÄPPLUND, 1981), mentre altri, abituati a lavorare in formazioni naturali, lo considerano di minore importanza (CHRISTODOULOU e NAKOS, 1990; NAKOS, 1984).

Nella faggeta montana esalpica sono spesso presenti le "città di roccia" che determinano una notevole variabilità nella potenza dei suoli, Forgaria nel Friuli (Udine).

Dal momento che questo lavoro considera solo formazioni naturali, è apparsa subito evidente l'estrema difficoltà di addivenire ad una valutazione concreta del possibile legame fra suolo e fertilità. Tuttavia, non è parso inutile cercare la presenza di una relazione fra fertilità relativa e suolo. Nelle schede descrittive delle unità forestali è riportata una valutazione della *fertilità relativa*, attraverso una scala da 1 a 10, che indica la fertilità del tipo rispetto alle altre formazioni presenti nella Regione. Si tratta evidentemente di un valore empirico, basato su una serie di considerazioni non sempre palesi ed univoche, ma che comunque essendo il frutto della combinazione del giudizio di più esperti ha, nell'impossibilità di misurare analiticamente il fenomeno, pur sempre una sua validità suffragata da specifiche metodologie (*Pooling* bayesiano di dati multidimensionali). Di conseguenza si sono attribuiti ai 224 profili presi in esame, gli indici di fertilità relativa così come riportati da DEL FAVERO e altri (l. c.). Per ciascun tipo di suolo sono state calcolate le medie della fertilità relativa. Per i suoli con più di 10 osservazioni (prima parte della tabella 6.3) si sono calcolate anche le deviazioni standard delle medie e si è proceduto ad un confronto fra queste ultime (test t, p = 0,05). I risultati ottenuti sono riassunti in tabella 6.3.

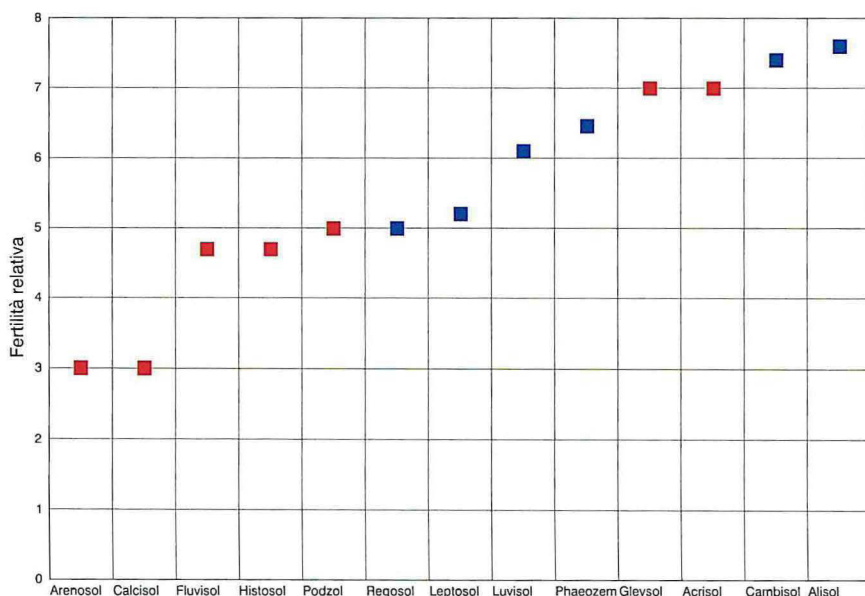
Tabella 6.3 - Valori medi della fertilità relativa nei diversi suoli; nella prima parte della tabella sono indicati, in ordine decrescente di fertilità relativa, i suoli con più di 10 osservazioni; per questi campioni, oltre al numero delle osservazioni e al valore della media della fertilità relativa è riportata anche la corrispondente deviazione standard e il risultato del confronto fra le medie. Nella seconda parte della tabella sono, invece, indicati solo i valori medi della fertilità relativa per quei suoli in cui la numerosità del campione è inferiore a 10 osservazioni.

suoli	osservazioni	media	dev. st.	confronto
Alisol	*12*	*7,6*	*1,56*	*ab*
Cambisol	*81*	*7,4*	*1,47*	*a*
Phaeozem	*20*	*6,5*	*1,9*	*abc*
Luvisol	*23*	*6,1*	*1,6*	*bc*
Leptosol	*55*	*5,2*	*2,2*	*c*
Regosol	*19*	*5*	*2,3*	*c*
Acrisol	*2*	*7*		
Gleysol	*1*	*7*		
Podzol	*1*	*5*		
Histosol	*4*	*4,7*		
Fluvisol	*3*	*4,7*		
Arenosol	*2*	*3*		
Calcisol	*1*	*3*		

Nella figura 6.2 sono riportati per i diversi suoli, posti in ordine crescente, i valori medi della fertilità relativa.

Dall'analisi della tabella e della figura si può notare, in primo luogo, che i suoli a profilo potente (*alisols* e *cambisols* soprattutto, ma anche *acrisols* e *gleysols*) sono quelli che evidenziano valori più elevati della fertilità relativa. Essi, infatti, consentono le migliori condizioni di vita per le specie arboree dando la possibilità di un adeguato sviluppo dell'apparato radicale, garantendo una costante riserva idrica grazie alla presenza di particelle fini, ecc.

All'opposto, suoli poco strutturati e a tessitura grossolana, come i *leptosols* e i *regosols* (ma anche gli *arenosol* e i *calcisols*), evidenziano i più bassi valori di fertilità relativa senza, peraltro, differire significativamente dai suoli a valori intermedi di fertilità relativa quali i *phaeozems* e i *luvisols*. In altre parole, se è abbastanza evidente un certo *trend* fra la fertilità relativa e i suoli, esso non è mai molto evidente. Questo può trovare spiegazione, da un lato, se si considera che i suoli forestali beneficiano di continui apporti di elementi nutritivi rilasciati nella necromassa dalla lettiera e, dall'altro lato, al fatto che molte specie forestali, soprattutto se si trovano nel proprio *optimum*, hanno una forte capacità di adattamento che consente una certa costanza della produzione indipendentemente dalle condizioni di microvariabilità delle caratteristiche del suolo.

Figura 6.2 - Valori medi della fertilità relativa calcolati nei diversi tipi di suolo. Il colore rosso si riferisce ai valori calcolati sui campioni con meno di 10 osservazioni, quello blu a quelli dei campioni con più di 10 osservazioni.

Nelle zone più stabili, alla base dei versanti, possono formarsi suoli potenti capaci di ospitare formazioni forestali di buona fertilità relativa, Tarvisio (Udine).

Il larice, specie ricolonizzatrice per eccellenza dei versanti interessati dalle frane, permane per lungo tempo nel piceo-faggeto anche quando il suolo non è più soggetto a disturbo, Prato Carnico (Udine).

Le considerazioni finora fatte sulla relazione fra suolo e fertilità inducono alcune valutazioni di tipo applicativo.

Secondo BERNETTI (1986) *la sintesi finale dell'inquadramento geopedologico di un complesso assestamentale deve rendere evidenti:*

A le condizioni peggiori da cui non ci si possono attendere notevoli produzioni oppure che addirittura impongono misure a carattere protettivo;

B *le condizioni ordinarie o prevalenti con tutte le alternanze fra buono e mediocre che si verificano di regola a causa del variare del rilievo;*

C *eventuali condizioni ottime: per esempio affioramento di arenarie in un ambiente prevalentemente coperto da marne argillose;*

D *eventuali condizioni di notevole interesse cui corrispondono determinate particolarità vegetazionali, idrogeologiche, paesaggistiche, ecc..*

In linea generale e operando su piccola scala, soprattutto nei territori in cui la variabilità pedologica è molto alta e vi è la presenza di situazioni assai diversificate, le caratteristiche del suolo consentono certamente di soddisfare alle esigenze sopra riportate e anche di evidenziare una certa relazione fra suolo e fertilità nell'insieme di tutte le formazioni presenti nel complesso assestamentale. Viceversa, anche per le limitazioni indicate nella parte iniziale di questo sottocapitolo, le caratteristiche del suolo non paiono essere il solo elemento su cui poter fondare una diversificazione della fertilità all'interno di una stessa formazione o entro formazioni presenti in un territorio solo poco eterogeneo dal punto di vista pedologico.

Appendice 1

Raggruppamenti ed Unità di suoli della legenda della Carta dei suoli del mondo della FAO-Unesco.

FL	**Fluvisols**	**AR**	**Arenosols**	**CM**	**Cambisols**	**CL**	**Calcisols**
FLe	Eutric Fluvisols	**ARh**	Haplic Arenosols	**CMe**	Eutric Cambisols	**CLh**	Haplic Calcisols
FLc	Calcaric Fluvisols	**ARb**	Cambic Arenosols	**CMd**	Dystric Cambisols	**CLl**	Luvic Calcisols
FLd	Dystric Fluvisols	**ARl**	Luvic Arenosols	**CMu**	Humic Cambisols	**CLp**	Petric Calcisols
FLm	Mollic Fluvisols	**ARo**	Ferralic Arenosols	**CMc**	Calcaric Cambisols		
FLu	Umbric Fluvisols	**ARa**	Albic Arenosols	**CMx**	Chromic Cambisols	**Gy**	**Gypsisols**
FLt	Thionic Fluvisols	**ARc**	Calcaric Arenosols	**CMv**	Vertic Cambisols	**GYh**	Haplic Gypsisols
FLs	Salic Fluvisols	**ARg**	Gleyic Arenosols	**CMo**	Ferralic Cambisols	**GYk**	Calcic Gypsisols
				CMg	Gleyic Cambisols	**GYl**	Luvic Gypsisols
GL	**Gleysols**	**AN**	**Andosols**	**CMi**	Gelic Cambisols	**GYp**	Petric Gypsisols
GLe	Eutric Gleysols	**ANh**	Haplic Andosols				
GLk	Calcic Gleysols	**ANm**	Mollic Andosols			**SN**	**Solonetz**
GLd	Dystric Gleysols	**ANu**	Umbric Andosols			**SNh**	Haplic Solonetz
GLa	Andic Gleysols	**ANz**	Vitric Andosols			**SNm**	Mollic Solonetz
GLm	Mollic Gleysols	**ANg**	Gleyic Andosols			**SNk**	Calcic Solonetz
GLu	Umbric Gleysols	**ANi**	Gelic Andosols			**SNy**	Gypsic Solonetz
GLt	Thionic Gleysols					**SNj**	Stagnic Solonetz
GLi	Gelic Gleysols	**VR**	**Vertisols**			**SNg**	Gleyic Solonetz
		VRe	Eutric Vertisols				
RG	**Regosols**	**VRd**	Dystric Vertisols			**SC**	**Solonchaks**
RGe	Eutric Regosols	**VRk**	Calcic Vertisols			**SCh**	Haplic Solonchaks
RGc	Calcaric Regosols	**VRy**	Gypsic Vertisols			**SCm**	Mollic Solonchaks
RGy	Gypsic Regosols					**SCk**	Calcic Solonchaks
RGd	Dystric Regosols					**SCy**	Gypsic Solonchaks
RGu	Umbric Regosols					**SCn**	Sodic Solonchaks
RGi	Gelic Regosols					**SCg**	Gleyic Solonchaks
						SCi	Gelic Solonchaks
LP	**Leptosols**						
LPe	Eutric Leptosols						
LPd	Dystric Leptosols						
LPk	Rendzic Leptosols						
LPm	Mollic Leptosols						
LPu	Umbric Leptosols						
LPq	Lithic Leptosols						
LPi	Gelic Leptosols						

KS	**Kastanozems**	**LV**	**Luvisols**	**LX**	**Lixisols**	**HS**	**Histosols**
KSh	Haplic Kastanozems	LVh	Haplic Luvisols	LXh	Haplic Lixisols	HSl	Folic Histosols
KSl	Luvic Kastanozems	LVf	Ferric Luvisols	LXf	Ferric Lixisols	HSs	Terric Histosols
KSk	Calcic Kastanozems	LVx	Chromic Luvisols	LXp	Plinthic Lixisols	HSf	Fibric Histosols
KSy	Gypsic Kastanozems	LVk	Calcic Luvisols	LXa	Albic Lixisols	HSt	Thionic Histosols
		LVv	Vertic Luvisols	LXj	Stagnic Lixisols	HSi	Gelic Histosols
CH	**Chernozems**	LVa	Albic Luvisols	LXg	Gleyic Lixisols		
CHh	Haplic Chernozems	LVj	Stagnic Luvisols			**AT**	**Anthrosols**
CHk	Calcic Chernozems	LVg	Gleyic Luvisols	**AC**	**Acrisols**	ATa	Aric Anthrosols
CHl	Luvic Chernozems			ACh	Haplic Acrisols	ATc	Cumulic Anthrosols
CHw	Glossic Chernozems	**PL**	**Planosols**	ACf	Ferric Acrisols	ATf	Fimic Anthrosols
CHg	Gleyic Chernozems	PLe	Eutric Planosols	ACu	Humic Acrisols	ATu	Urbic Anthrosols
		PLd	Dystric Planosols	ACp	Plinthic Acrisols		
PH	**Phaeozems**	PLm	Mollic Planosols	ACg	Gleyic Acrisols		
PHh	Haplic Phaeozems	PLu	Umbric Planosols				
PHc	Calcaric Phaeozems	PLi	Gelic Planosols	**AL**	**Alisols**		
PHl	Luvic Pheaozems			ALh	Haplic Alisols		
PHj	Stagnic Phaeozems	**PD**	**Podzoluvisols**	ALf	Ferric Alisols		
PHg	Gleyic Phaeozems	PDe	Eutric Podzoluvisols	ALu	Humic Alisols		
		PDd	Dystric Podzoluvisols	ALp	Plinthic Alisols		
GR	**Greyzems**	PDj	Stagnic Podzoluvisols	ALj	Stagnic Alisols		
GRh	Haplic Greyzems	PDg	Gleyic Podzoluvisols	ALg	Gleyic Alisols		
GRg	Gleyic Greyzems	PDi	Gelic Podzoluvisols				
				NT	**Nitisols**		
		PZ	**Podzols**	NTh	Haplic Nitisols		
		PZh	Haplic Podzols	NTr	Rhodic Nitisols		
		PZb	Cambic Podzols	NTu	Humic Nitisols		
		PZf	Ferric Podzols				
		PZc	Carbic Podzols	**FR**	**Ferralsols**		
		PZg	Gleyic Podzols	FRh	Haplic Ferralsols		
		PZi	Gelic Podzols	FRx	Xanthic Ferralsols		
				FRr	Rhodic Ferralsols		
				FRu	Humic Ferralsols		
				FRg	Geric Ferralsols		
				FRp	Plinthic Ferralsols		
				PT	**Plinthosols**		
				PTe	Eutric Plinthosols		
				PTd	Dystric Plinthosols		
				PTu	Humic Plinthosols		
				PTa	Albic Plinthosols		

Appendice 2

Valori medi di alcuni fra i principali parametri chimico-fisici riscontrati nei suoli del Friuli-Venezia Giulia.

CAMBISOLS

eutric

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	5,4	10,2	60	35
orizzonte B	franco-limosa	6,1	2,2	70	26
orizzonte BC	franco-limosa	7,2	1,1	100	10

dystric

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	4,4	2,3	33	14
orizzonte B	franco-limosa	4,7	1,4	23	17
orizzonte BC	franco-limosa	5	0,7	33	23

LEPTOSOLS

rendzic

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	6,9	9,5	100	34
orizzonte C	sabbia-franca	7,6	0,9	100	6

eutric

orizzonti	tessitura	pH	s.o.	TSB%	CSC
orizzonte A	franco-limosa	7	3,4	100	28
orizzonte C	sabbia-franca	7,8	-	100	30

LUVISOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	5,7	1,6	60	21
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	6,7	0,7	80	19
orizzonte C	franco-argilloso-limosa	6,9	0,5	90	-

PHAEOZEMS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	6,7	7,3	88	22
orizzonte B	franco-limosa	7,2	1	79	18
orizzonte BC	franco-limosa	7,3	-	100	-

REGOSOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franca	7,2	7,7	100	32
orizzonte AC	franca	8,2	2	100	9
orizzonte C	franco-sabbiosa	8,1	1	100	8

ALISOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	3,9	12	25	30
orizzonte AE	franco-limosa	3,9	2	27	29
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	4	1	29	15
orizzonte BC	franco-argilloso-limosa	4,1	1	30	10

ACRISOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-limosa	3,9	6	22	7
orizzonte B	franco-limosa	3,9	1	22	7
orizzonte C	franco-limosa	4	1	23	6

FLUVISOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-sabbiosa	7,2	7	100	18

HISTOSOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte O	-	3,9	96	-	-

ARENOSOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	sabbia franca	8	5	100	-

GLEYSOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-argilloso-limosa	6,2	9	100	28
orizzonte B	franco-argilloso-limosa	7,1	1	100	26
orizzonte C	franco-argilloso-limosa	7,8	-	100	13

CALCISOLS					
orizzonti	**tessitura**	**pH**	**s.o.**	**TSB%**	**CSC**
orizzonte A	franco-argillosa	4,5	6	80	10
orizzonte B	franco-argillosa	6,3	1	84	10
orizzonte C	franco-argillosa	6,8	0	90	-

Appendice 3

Distribuzione dei campioni di suolo nei diversi tipi forestali.

Tipologie forestali	leptosols	regosols	histosols	fluvisols	arenosols	phaeozems	calcisols	gleysols	cambisols	podzols	luvisols	alisols	acrisols
Ostrio-lecceta	1												
Lecceta con pino nero					1								
Bosco costiero dei suoli idrici					1								
Querco-carpineto planiziale								1	1				
Querco-carpineto collinare									1				
Carpineto tipico									1			1	
Carpineto con frassino											1		
Carpineto con ostria	2					1					1		
Carpineto con cerro									1				
Rovereto tipico carsico									1		1		
Rovereto tipico collinare											1		
Rovereto dei suoli acidi												1	
Castagneto dei suoli xerici	1					1			1		1		
Castagneto dei suoli mesici									3		3	1	
Castagneto con frassino											2		
Castagneto dei suoli acidi									2			1	1
Pseudomacchia con carpinella									1				
Orno-ostrieto tipico	6	1	1						1				
Ostrio-querceto tipico	3	1											
Ostrio-querceto a scotano	3						1				1		
Aceri- tiglieto						1							
Aceri-frassineto con ostria									1				
Aceri-frassineto tipico									2		1		1
Aceri-frassineto con faggio	1								1				

Tipologie forestali	leptosols	regosols	histosols	fluvisols	arenosols	phaeozems	calcisols	gleysols	cambisols	podzols	luvisols	alisols	acrisols
Aceri-frassineto con ontano nero											1		
Faggeta submontana con ostria	4	1	1			1							
Faggeta submontana tipica				1		1			1				
Faggeta submontana dei suoli mesici carbonatici						1							
Faggeta submontana dei suoli mesoidrici									1		1		
Faggeta submontana dei suoli mesici silicatici											1	1	
Faggeta submontana dei suoli acidi												1	
Faggeta montana dei suoli xerici						1			1				
Faggeta montana tipica esalpica	6		1			2			6				
Faggeta montana tipica mesalpica	2								1				
Faggeta montana dei suoli acidi									3		1		
Faggeta montana dei suoli mesici						1			1				
Faggeta altimontana tipica	1					1			2				
Faggeta subalpina		1											
Faggeta altimontana dei substrati silicatici									1				
Mugheta macroterma		1											
Mugheta mesoterma esomesalpica		1											
Mugheta mesoterma mesoendalpica		1											
Mugheta microterma dei suoli basici	2												
Mugheta microterma dei suoli acidi carbonatici			1										
Mugheta a sfagni		1											
Pineta di pino nero tipica		1				1							
Pineta di pino nero submontana con ostria	1	1											
Pineta di pino nero con faggio	1	1											
Pineta di pino nero montana con pino silvestre	1	1											
Pineta di pino silvestre esalpica tipica						1							
Pineta di pino silvestre esalpica tipica con faggio	1					1							
Pineta di pino silvestre mesalpica tipica	1					1							
Pineta di pino silvestre mesalpica con faggio e abete rosso	1	1											
Piceo-faggeto dei suoli xerici		1		1					1				
Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici montano	1	1				1			5		2		
Piceo-faggeto dei suoli mesici carbonatici altimontano		1											

	leptosols	regosols	histosols	fluvisols	arenosols	phaeozems	calcisols	gleysols	cambisols	podzols	luvisols	alisols	acrisols
Tipologie forestali													
Piceo-faggeto dei suoli acidi									1				
Piceo-faggeto dei suoli mesici montano									2		1		
Piceo-faggeto dei suoli mesici altimontano									1				
Abieteto esalpico submontano						1							
Abieteto esalpico montano	1								1				
Abieti-piceo-faggeto dei substrati carbonatici montano	3					1			2				
Abieti-piceo-faggeto dei substrati carbonatici altimontano	1	1							1				
Abieti-piceo-faggeto dei suoli mesici montano	1					1			2				
Abieti-piceo-faggeto dei suoli mesici altimontano									1				
Abieti-piceo-faggeto altimontano dei suoli acidi									1				
Piceo-abieteto dei substrati carbonatici dei suoli mesici carb.									1				
Piceo-abieteto dei substrati carbonatici dei substrati gessosi		1							3				
Piceo-abieteto dei suoli mesici submontano									1				
Piceo-abieteto dei suoli mesici bassomontano									1				
Piceo-abieteto dei suoli mesici montano									2				
Piceo-abieteto dei suoli mesici altimontano									1			1	
Piceo-abieteto dei suoli acidi montano									2			1	
Piceo-abieteto dei suoli acidi altimontano									1			1	
Pecceta dei substrati carbonatici altimontana	1					1			2				
Pecceta dei substrati carbonatici subalpina									1				
Pecceta montana dei suoli acidi tipica									2			1	
Pecceta montana dei suoli acidi in successione con faggeta									1				
Pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici									2	1	1		
Pecceta di sostituzione dei substrati gessosi	1												
Pecceta di sostituzione dei suoli mesici	2								4				
Pecceta di sostituzione dei suoli acidi											1	1	
Pecceta secondaria montana	1								2			1	
Pecceta secondaria altimontana	1												
Pecceta azonale su alluvioni	1	1		1									
Lariceto tipico dei substrati carbonatici	3								1				
Lariceto tipico dei substrati silicatici									1		1		
Alneta di ontano verde									1		1		

Appendice 4

Lineamenti litologici

Per poter inquadrare, con le finalità sopra descritte, la litologia della regione Friuli-Venezia Giulia si sono scelte, come riferimento, le oramai datate, ma non per questo superate, Carte Geologiche d'Italia e delle Tre Venezie. Esse, infatti, a differenza di altri elaborati per lo più redatti per scopi particolari, consentono, soprattutto nelle allegate note illustrative, di desumere informazioni su alcune proprietà delle rocce che maggiormente possono influenzare la pedogenesi forestale. Fra queste proprietà si è ritenuto opportuno considerare, in particolare, la permeabilità, l'alterabilità ed alcune caratteristiche meccaniche o geotecniche, riassumibili nella stabilità. Infatti queste appaiono, da un lato, fondamentali nei processi di formazione dei suoli e, dall'altro, risultano relativamente semplici da valutare rispetto ad altre più complesse. Così, ad esempio, diversamente da quanto proposto da BASSATO (1981), non si è ritenuto opportuno considerare il contenuto in elementi chimici presenti nella roccia, poiché la loro quantità può risultare notevolmente diversa da quella realmente adsorbibile dagli alberi.

Più in dettaglio, a riguardo della *permeabilità*, si può ricordare che essa indica la proprietà delle rocce a lasciarsi attraversare dall'acqua. Vengono così definite *impermeabili* le rocce nelle quali non avvengono movimenti percettibili di acqua per mancanza di meati sufficientemente ampi attraverso i quali possano passare, nelle condizioni naturali di pressione, le acque sotterranee. Si dicono invece *permeabili* le rocce in cui l'acqua filtra fra gli spazi (meati o pori) esistenti fra i granuli componenti la roccia o nelle fessure che ne interrompono la continuità. La permeabilità e l'impermeabilità delle rocce dipendono, di conseguenza, dalla presenza, dalla continuità e dalle dimensioni dei pori e/o delle fessure, che devono comunque essere superiori a quelle in cui si manifesta il noto fenomeno della capillarità (1 μ).

La permeabilità (l'impermeabilità) di una roccia si distingue poi in *congenita* ed *acquisita*. Così una roccia di per sé stessa impermeabile, com'è ad esempio un calcare compatto, diventa permeabile qualora sia fratturata; diversamente una sabbia, notoriamente permeabile, diventa impermeabile se mescolata con una certa quantità d'argilla.

Considerando le rocce permeabili, queste possono essere distinte in due categorie: rocce permeabili *per porosità* e rocce permeabili *per fessurazione*. Le prime godono di una proprietà intrinseca e congenita della roccia, sviluppatasi all'atto della sua formazione, dovuta alla presenza di spazi vuoti di una certa dimensione formanti una rete continua in cui l'acqua può passare filtrando da uno spazio all'altro. La permeabilità per fessurazione (processo conosciuto anche come permeabilità in grande) è dovuta invece alla presenza, in masse rocciose per lo più impermeabili, di fessure che formano un sistema continuo. Fra i due tipi di permeabilità non v'è un limite netto: quando, per esempio, le fessure sono estremamente fitte, come nel caso di certe rocce brecciate, non esistono più differenze sostanziali nel comportamento idrodinamico.

Per quanto qualsiasi roccia soggetta a fratturazione possa divenire permeabile, sono le rocce più fragili e nel contempo più solubili in acqua che più frequentemente manifestano una permeabilità per fessurazione (gessi, alcuni calcari ed alcune dolomie). Il carattere della solubilità favorisce, infatti, lo sviluppo della permeabilità, in quanto le acque che circolano attraverso le fessure createsi tendono ad ampliarle e ad aumentarne a poco a poco le interconnessioni: in quest'ultimo caso si può anche parlare di permeabilità *per soluzione* (DESIO 1973).

L'*alterazione* consiste nella trasformazione chimico-fisica delle rocce ad opera di diversi agenti. L'alterazione *fisica* include la disgregazione meccanica delle particelle di roccia dovuta all'alternarsi fra gelo e disgelo, fra saturazione idrica e disseccamento, fra caldo e freddo; essa accresce la superficie sulla quale agiscono l'erosione chimica e biologica, riduce la dimensione delle particelle in sabbia e in limo, considerate le particelle tipiche del suolo, ma non produce argilla a meno che non sia già presente nella roccia madre. Viceversa, l'alterazione *chimica* cambia la composizione e la struttura chimica del materiale originario (minerali primari) attraverso reazioni chimiche che includono la solubilizzazione, l'idratazione, l'idrolisi e l'ossidazione. Il prodotto di tali reazioni costituisce i minerali secondari, perlopiù rappresentati dalle argille, e gli ioni che vengono rilasciati in soluzione costituiscono gli elementi nutritivi, a meno che non vengano lisciviati. Alcuni minerali, come il quarzo, sono invece particolarmente resistenti all'alterazione e pertanto si accumula-

no nelle frazioni della sabbia e del limo. Infine, un importante ruolo viene svolto dall'alterazione *biologica*: l'apparato radicale delle piante frantuma le rocce e immette anidride carbonica nel suolo e l'attività della pedofauna determina un rimescolamento dello stesso. Si hanno poi reazioni di trasformazione dell'anidride carbonica in acido carbonico, che insieme ad altri acidi contribuiscono all'alterazione chimica (McRAE, l.c.). Il processo di alterazione assume denominazioni diverse a seconda che il substrato considerato sia carbonatico o silicatico: si parla rispettivamente di *attività del calcare* e di *grado di alterabilità* (BASSATO, l.c.). Più precisamente le rocce carbonatiche subiscono a causa di questi processi la dissoluzione del carbonato di calcio con rilascio del residuo insolubile. La rapidità con cui il carbonato di calcio entra in soluzione viene definita attività del calcare ed essa dipende soprattutto dalla granulometria e dalla porosità del materiale. Infatti un calcare fine e compatto è molto meno attivo di uno grossolano e poroso. Le rocce silicatiche subiscono tanto più rapidamente l'alterazione (grado di alterabilità) quanto meno ricche sono in silice, ovvero quanto più sono ricche in minerali di ferro e magnesio. Nella valutazione dell'alterabilità risulta inoltre necessario considerare lo stato di alterazione raggiunto dalla roccia (peraltro non sempre indicato nelle note allegate alle carte geologiche, ma individuabile da aggettivi o sostantivi, come: cariato, sfaticcio, ecc.). Infatti, quanto più una roccia è alterata tanto più risulta alterabile. Così due calcari compatti con diverso stato di alterazione manifestano permeabilità ed alterabilità sensibilmente diverse.

La *stabilità* è la capacità di una roccia di essere "ferma" o "mobile", dimensionalmente e spazialmente, ovvero indica la maggiore o minore propensione a dar luogo ad eventi destabilizzanti (meccanici e meteorici, quali: smottamenti, ringiovanimenti, ecc.). Tale caratteristica influenza il processo pedogenetico, soprattutto per quanto riguarda l'apporto chimico della roccia al suolo. Ad esempio, i litotipi a componente gessosa, che presentano una limitata stabilità, sono frequentemente soggetti a fenomeni franosi e raramente consentono la formazione di un suolo potente, se non nelle zone di accumulo.

Sulla base di queste proprietà e caratteristiche, le diverse formazioni geologiche sono state accorpate in gruppi omogenei. A ciascun gruppo è stata attribuita una denominazione che, sinteticamente, ne evidenzia gli aspetti più salienti e un valore da 1 a 5 che indica, in modo crescente, la propensione alla formazione di suoli forestali.

In merito ai gruppi proposti è opportuno ricordare come in talune formazioni, nell'ambito dello stesso affioramento coevo, si abbia una

marcata eterogeneità di substrati, evento che ha obbligato ad una valutazione d'insieme sulla base del tipo prevalente. Tale approssimazione, necessaria nell'ottica di un accorpamento, deve essere tenuta in considerazione nel caso di un'applicazione di maggior dettaglio (ad esempio, la Pietra Piasentina, costituita da potenti blocchi calcarenitici e talora brecciosi immersi nel flysch, pur manifestando caratteristiche in parte diverse dal substrato marnoso-arenaceo, risulta da esso inscindibile a causa della microlocalizzazione nel territorio).

I gruppi così individuati[20], distinti in due categorie, sono:

CATEGORIA DEI SUBSTRATI CARBONATICI:

gruppo dei substrati calcarei
gruppo dei substrati dolomitici
gruppo dei substrati gessosi
gruppo dei substrati sciolti

CATEGORIA DEI SUBSTRATI SILICATICI[21]:

gruppo dei Substrati vulcanici
gruppo dei Substrati flyscioidi del cenozoico
gruppo dei Substrati arenacei del mesozoico
gruppo dei Substrati flyscioidi del paleozoico

Gruppo dei substrati calcarei (valore pedogenetico 3). Comprende tutte le formazioni calcaree compatte, massicce o stratificate in grossi banchi od in strati medi e sottili, i conglomerati e le brecce molto cementati. Più in particolare, fra le formazioni più significative si possono ricordare: i calcari massicci o stratificati in grossi banchi, presenti soprattutto nelle Prealpi, il Calcare del Vajont, i calcari di scogliera della Catena Carnica, il Calcare di Dachstein, i calcari organogeni grigio chiari nerastri diffusi nelle Prealpi Carniche. Fra i conglomerati e le brecce molto

---

(20) L'elenco completo delle formazioni, riportate nelle legende delle Carte Geologiche d'Italia e delle Carte Geologiche delle Tre Venezie, riguardanti il territorio della regione Friuli-Venezia Giulia, afferenti a ciascun gruppo sono indicate nell'appendice 4 del testo: *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia*.

(21) Se per la prima categoria il termine "carbonatici" appare appropriato trattandosi di formazioni ricche in carbonati, siano essi di calcio e/o di magnesio, per la seconda categoria sarebbe più corretta la dizione "non carbonatici", che meglio descrive i litotipi arenacei, molto diffusi in Friuli-Venezia Giulia. Infatti, gran parte dei substrati rientranti in questa seconda categoria sono caratterizzati più da una riduzione dei carbonati che non da un aumento della silice, caratteristica che si osserva sui substrati cristallini (silicatici per eccellenza), peraltro assai rari nel territorio regionale. Tuttavia, essendo già entrato nel gergo corrente la contrapposizione fra substrati carbonatici e substrati silicatici, si è preferito mantenerla anche in questo lavoro.

cementate, soprattutto del Quaternario e del Pontico, si possono citare: i conglomerati e le brecce calcareo-dolomitiche; i conglomerati a marcata stratificazione; le brecce ed i conglomerati poligenici ad elementi calcarei. Tra i calcari stratificati in strati medi e sottili si annoverano: il Calcare del Predil e il Calcare di Caprizzi e i calcari selciferi (Calcare di Soccher, Biancone)(MARTINIS, 1971).

Il gruppo dei substrati calcarei denota una permeabilità congenita modesta, quella acquisita è sempre presente per fratturazione, ma soprattutto per soluzione: tale fenomeno, evidenziato dal diffuso carsismo e dalla circolazione ipogea delle acque, raggiunge valori anche molto elevati. Per quanto concerne l'alterabilità, risulta molto scarsa nei calcari compatti: aumenta debolmente nei calcari stratificati, in parte dei conglomerati e soprattutto nei calcari compatti già alterati. La stabilità è, in generale, buona. Più precisamente le formazioni massicce dimostrano ottime caratteristiche di compattezza, che peggiorano in presenza di intercalazioni marnose.

Gruppo dei substrati dolomitici (valore pedogenetico 2). Questo gruppo comprende le dolomie, le dolomie calcaree e i calcari dolomitici. Esso affiora su vaste aree della Catena Carnica, delle Prealpi Carniche, delle Alpi e Prealpi Giulie ove in particolare costituisce i rilievi montuosi più elevati. Più in dettaglio ricordiamo la Dolomia principale (rappresentata da dolomie cristalline a grana in genere grossa, biancastre o grigie, senza una distinta stratificazione in banchi: in essa sono presenti intercalati dolomie calcaree e calcari dolomitici) e la Dolomia dello Schlern.

Il substrato dolomitico è dotato di una permeabilità congenita ancor più ridotta che nel gruppo precedente, mentre quella acquisita è presente sia per fratturazione che per soluzione: sono infatti noti fenomeni di carsismo anche su substrato dolomitico. L'alterabilità è molto ridotta, più ancora che nel substrato calcareo: essa può risultare facilitata in presenza di rocce precedentemente alterate. La stabilità, funzionalmente al grado di fratturazione, può risultare ottima o buona.

Gruppo dei substrati gessosi (valore pedogenetico 1). È costituito da formazioni carbonatiche (calcari e dolomie) gessose o da dolomie alterate. Tale raggruppamento comprende la formazione a Bellerophon (calcari, calcari dolomitici scuri bituminosi alternati a calcari arenacei giallastri e a dolomie cariate, con presenza inoltre di gessi saccaroidi listati alternati ad argilliti, oppure argilliti varicolori gessifere), il Calcare

di Lusnizza, costituito da dolomie cariate, marne arenacee, calcari fetidi e calcari grigi compatti e dalla formazione di S. Cassiano e Raibl, ovvero dolomie cariate, marne arenacee, marne scistose con gesso saccaroide bianco.

La permeabilità risulta piuttosto elevata, soprattutto sotto forma di permeabilità per soluzione. L'alterabilità è molto elevata a causa dell'alta permeabilità e della scarsa stabilità della roccia, ma questo è un aspetto sfavorevole in quanto gli eventuali costituenti minerali rilasciati vengono irrimediabilmente asportati per dilavamento. Tale fenomeno si acuisce se la formazione è posta su un versante inclinato che ne risulta fortemente rimaneggiato (d'altro canto i nutriliti, concentrandosi alla base dei versanti, possono costituire dei suoli potenti e di elevata fertilità). La stabilità risulta sempre scadente.

Gruppo dei substrati sciolti (valore pedogenetico 4). Il substrato sciolto si caratterizza per la mancanza di cementazione (qualora presente risulta di limitata estensione spaziale) tra le particelle costituenti l'affioramento.

Esso comprende i detriti di falda, i coni di deiezione, gli accumuli di grandi frane, le alluvioni attuali e terrazzate; i sedimenti quaternari fluviolacustri e le alluvionali a grana medio-fine, le terre rosse, le argille sabbioso-argillose grigio-giallastre o brune prodotte da dilavamento del flysch; i depositi glaciali: le morene di varia natura ed età, le frane post-würmiane; i conglomerati non cementati del Tortoniano. Il materiale d'origine, soprattutto calcareo e dolomitico, ha indotto ad inserire questo gruppo di substrati fra quelli carbonatici. In realtà esistono depositi di materiale sciolto originatosi anche dallo sfaldamento di rocce silicatiche che però, data la loro limitata diffusione, non si è ritenuto opportuno elevare al rango di gruppo di substrato.

Il substrato sciolto è caratterizzato da un'elevata permeabilità, soprattutto congenita, che si manifesta nelle porosità: essa risulta molto pronunciata nelle morene stadiali e nelle marocche, ma può ridursi localmente in corrispondenza di lenti argillose o sabbiose inglobate, fino a divenire quasi nulla nelle torbiere e nelle argille siltose (affioramenti molto limitati). L'alterabilità risulta generalmente abbastanza elevata (CREMASCHI e RODOLFI, l.c.); l'origine litologica del materiale (quanto mai varia nei depositi morenici) influenza relativamente il processo di alterazione che risulta invece maggiormente dipendente dalla scarsa cementazione dei componenti. La stabilità risulta generalmente debole, soprattutto se associata a condizioni di pendenza elevate (ma anche non prossime all'angolo di attrito interno del materiale) e a scarsa cementazione.

Una precisazione meritano, infine, i detriti di falda, i coni di deiezione, gli accumuli di grandi frane, le alluvioni attuali cui è stato attribuito un valore pedogenetico elevato (4), pur se costituiti dal disfacimento di substrati calcarei o dolomitici dotati di un minor valore pedogenetico (2-3). I substrati sciolti, infatti, qualora indisturbati (cosa che in genere non si verifica molto spesso), potrebbero dare origine a suoli dotati di migliori caratteristiche rispetto a quelli che si formerebbero sui substrati compatti od anche stratificati, originari degli sfasciumi.

Gruppo dei substrati vulcanici (valore pedogenetico 4). Comprende tutte le formazioni costituite da rocce vulcaniche. Esse possono essere distinte in due serie, con caratteristiche non sempre simili, ma che, data la limitata superficie interessata dai loro affioramenti, si è ritenuto opportuno accorpare in un solo gruppo. In particolare, si possono ricordare:

- i litotipi "acidi" che includono le Vulcaniti di Riofreddo (ignimbriti rosso-violacee, porfidi, tufi grossolani) presenti soprattutto nel versante settentrionale delle Alpi Giulie;
- i litotipi "basici" comprendenti: diabasi spilitici a grana grossa, media e fine; diabasi spilitici porfirici, keratofiri a struttura porfirica verdastri e tufi keratofirici; basalti nerastri e grigio-verdastri in parte immersi nella Formazione del Dimon.

Gli affioramenti vulcanici presenti nella Regione sono dotati di una permeabilità congenita scarsa che si verifica solo nelle rocce basiche. Quella acquisita risulta funzionale allo stato di degradazione della roccia poiché avviene per fessurazione. Esistono poi situazioni a permeabilità per fessurazione nulla (nelle rocce più acide) od a fessurazione parziale nei tufi. In generale, data la minore diffusione di queste ultime situazioni, la permeabilità, se presente, risulta nel complesso molto limitata. L'alterabilità è media nelle rocce più antiche sottoposte da più tempo agli agenti atmosferici (soprattutto all'acqua). Per le vulcaniti, più recenti, essa risulta più modesta, anche a causa del maggior contenuto in silice poco suscettibile all'alterazione. La stabilità è generalmente molto buona: tuttavia in alcune delle rocce basiche (peraltro di limitato affioramento) può risultare scadente.

Gruppo dei substrati flyscioidi del Cenozoico (valore pedogenetico 5). Questo substrato si caratterizza per la marcata eterogeneità dell'affioramento costituito in prevalenza dal flysch, all'interno del quale vi sono immersi alcuni duri banchi calcarenitici.

A questo gruppo appartengono: le arenarie e sabbie (talora marnoso-argillose a cui si intercalano sottili lenti carboniose con abbondante matrice arenacea), la formazione della Scaglia, i calcari marnosi, i conglomerati e le calcareniti immersi nell'arenaria (Pietra Piasentina), le marne con intercalazioni di arenarie e le marne propriamente dette del Cenozoico o, eventualmente, anche del tardo Mesozoico, che sono state inserite in questa classe per affinità.

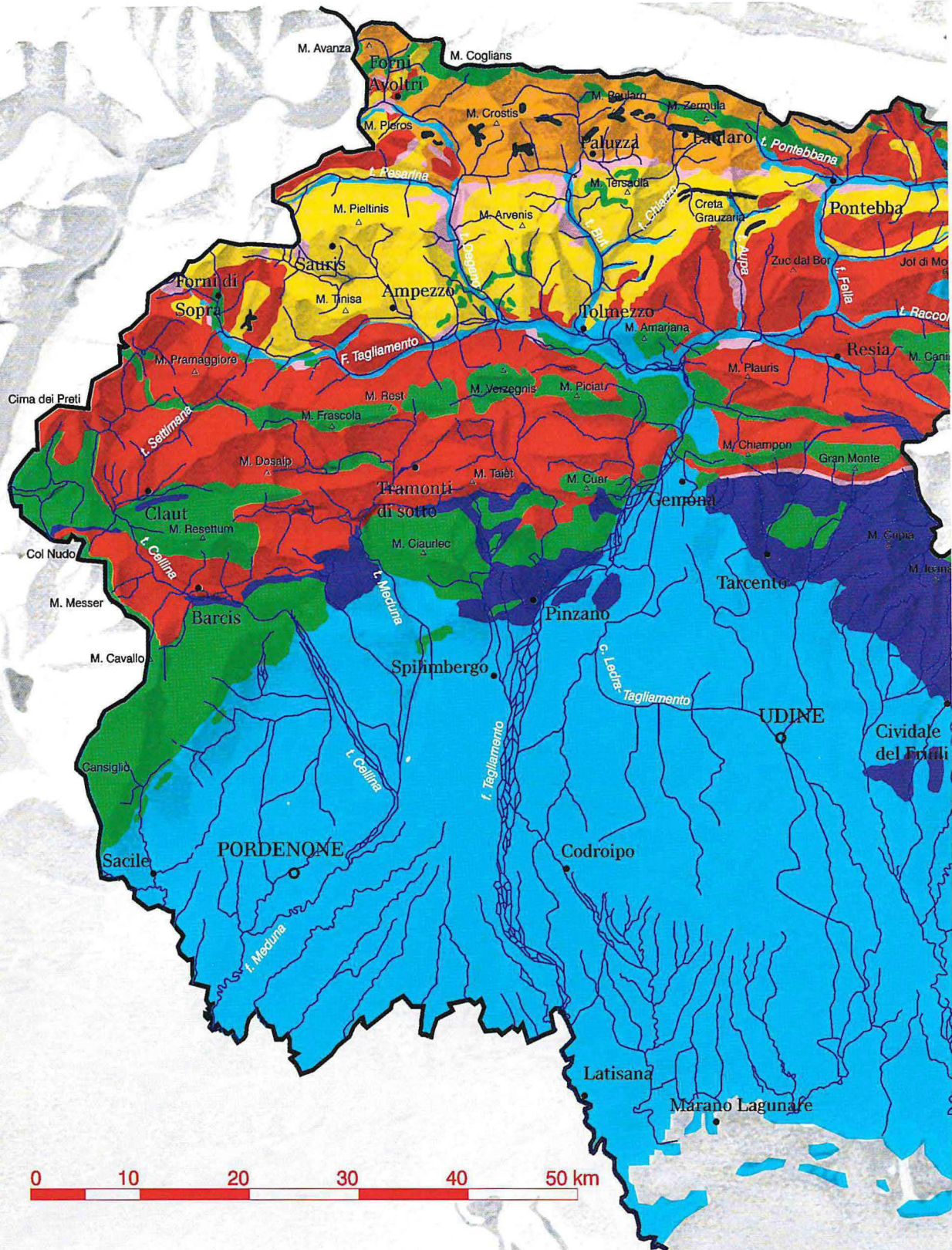
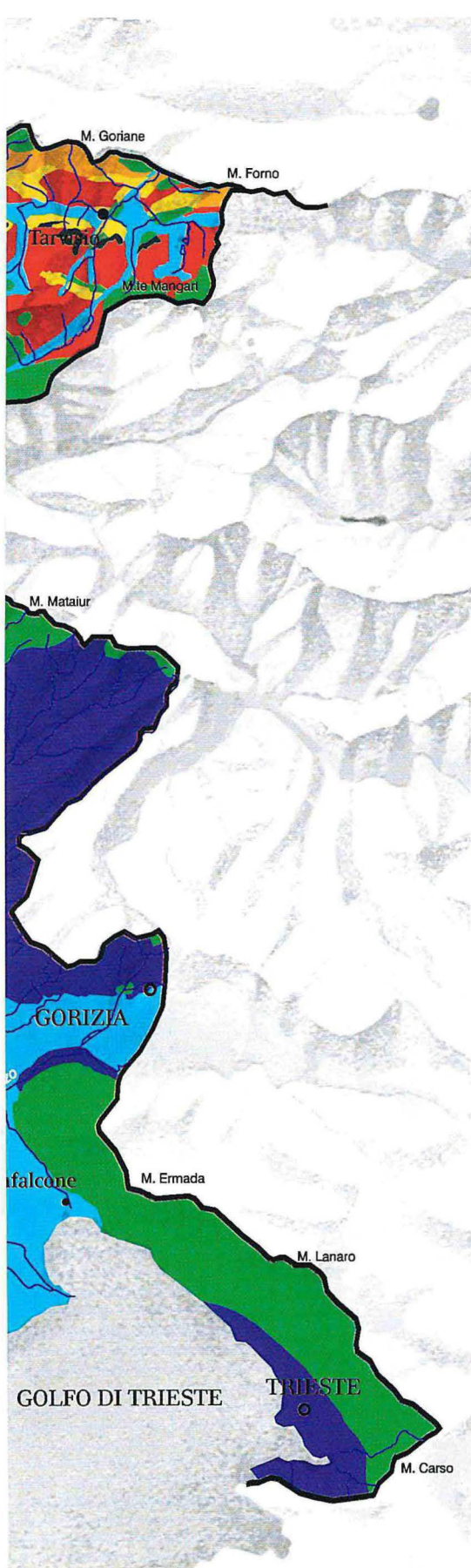
Il substrato flyscioide del Cenozoico, nel flysch eocenico vero e proprio, è semipermeabile ovvero dotato delle migliori caratteristiche pedogenetiche; tuttavia, allontanandosi dalla condizione di mescolanza ideale tra arenarie e marne, propria del flysch, ed arricchendosi in termini marnosi, la permeabilità congenita può ridursi, non garantendo al substrato l'ottimale equilibrio idrico. L'alterabilità, generalmente media nel flysch, può diventare elevata come avviene, ad esempio, nella formazione della Scaglia. La stabilità non è molto buona (tranne nei blocchi di Pietra Piasentina), specie nel flysch, e può divenire addirittura scadente negli affioramenti marcatamente marnosi (BOSELLINI e altri, 1994).

Gruppo dei substrati arenacei del Mesozoico (valore pedogenetico 5). È un gruppo di substrati costituito in prevalenza da formazioni arenacee mesozoiche, e in subordine da affioramenti calcarenitici, da calcari marnosi e da brecce a cemento e matrice arenaceo-marnosa mesozoici. Diversamente dal substrato flyscioide Cenozoico, le arenarie mesozoiche carniche sono caratterizzate da una maggiore compattezza e dalla presenza di materiale di formazione più minuto (sabbie fini e argille), generato dall'alterazione di rocce più antiche. Al gruppo appartengono le arenarie, le alternanze di marne siltose, le argilliti varicolori, le arenarie micacee fini rossastre, i calcari lastroidi grigi talora marnosi o siltosi (Formazione di Werfen); le arenarie a grana media quarzoso feldspatiche grigie e verdastre con talora alla base brecce poligeniche a prevalenti elementi calcarei ed a cemento arenaceo, le calcareniti grigie, i calcari marnosi scuri, le marne (Formazione di Buchenstein e Wengen); le siltiti e argilliti alterate (Formazione di Raibl).

La permeabilità congenita risulta limitata, mentre quella acquisita può diventare elevata per soluzione. In generale anche questo substrato può essere definito semipermeabile. L'alterabilità può essere considerata media in tutti i litotipi inclusi in questo gruppo. La stabilità può variare da buona nelle arenarie a scadente in certe argilliti: in generale, data la prevalenza territoriale della formazione di Werfen (a marcata componente arenacea), risulta discreta.

Gruppo dei substrati flyscioidi del Paleozoico (valore pedogenetico 4). A questo gruppo di substrati appartengono gli affioramenti flyscioidi paleozoici, che a differenza del flysch eocenico sono caratterizzati dalla presenza di una evidente componente argillosa. In detti affioramenti si rinvengono pure livelli calcarei coevi, sotto forma di brecce e calcareniti comunque immersi in una matrice arenaceo-argillosa.

Il gruppo comprende: la formazione dell'Hochwipfel, ovvero un'alternanza irregolare di argilliti fittamente stratificate e fogliettate, siltiti quarzoso feldspatiche ed arenarie grigio scure a grana variabile, brecciole e brecce; la Formazione del Dimon con argilliti rosso vinate e verdastre spesso marcatamente scistose, a testimoniare un inizio di metamorfismo, con stratificazione per lo più indistinta con intercalate arenarie brunastre ben stratificate; le "Arenarie della Val Gardena" rocce quarzoso feldspatiche rossastre viola scuro; la Formazione di Uqua con una successione arenacea contenente intercalazione di calcareniti e brecciole calcaree; la formazione di Fleons con arenarie quarzose, cloritiche, quarziti con intercalazioni argillitiche.

La permeabilità può variare, ma in generale si mantiene bassa, soprattutto in presenza di alte percentuali di argilla. L'alterabilità è abbastanza elevata: l'alterazione fisica produce una scagliettatura, mentre quella chimica aumenta la quantità di argilla. La stabilità può risultare modesta qualora l'alterazione lasci il materiale non cementato. Vale la pena ricordare che nelle intrusioni vulcaniche immerse nella Formazione del Dimon vi è una forte coesività del materiale.

M. Avanza
M. Coglians
Forni Avoltri
M. Paularo
M. Zermula
M. Crostis
M. Pleros
Paluzza
Paularo
t. Pontebbana
t. Pesarina
M. Tersadia
Creta Grauzaria
t. Chiarzo
M. Pieltinis
M. Arvenis
Pontebba
t. But
t. Aupa
t. Degano
Sauris
Zuc dal Bor
Jof di Mo
Forni di Sopra
t. Fella
M. Tinisa
Ampezzo
Tolmezzo
t. Raccol
M. Amariana
F. Tagliamento
Resia
M. Pramaggiore
M. Plauris
M. Cani
M. Rest
M. Verzegnis
M. Piciat
Cima dei Preti
M. Frascola
t. Settimana
M. Chiampon
Gran Monte
M. Dosaip
M. Taièt
Tramonti di sotto
M. Cuar
Gemona
Claut
M. Resettum
M. Ciaurlec
Col Nudo
t. Cellina
t. Meduna
Tarcento
M. Messer
Barcis
Pinzano
M. Cavallo
Spilimbergo
c. Ledra-Tagliamento
UDINE
Cividale del Friuli
f. Tagliamento
t. Cellina
Cansiglio
PORDENONE
Codroipo
Sacile
f. Meduna
Latisana
Marano Lagunare
0
10
20
30
40
50 km

Carta dei gruppi di substrati litologici del Friuli-Venezia Giulia.

Glossario

Aggregazione (= nel suolo): Il processo attraverso cui le particelle primarie del suolo (sabbia, limo, argilla) vengono riunite, ad opera di forze di attrazione chimico-fisica e per intervento di sostanze prodotte dagli apparati radicali e dall'attività microbica e microbiologica.

Alterazione: Trasformazione chimica di rocce, minerali, sedimenti, suoli, per opera di agenti atmosferici, con cambiamenti di colore, tessitura, forma. I minerali originari vengono parzialmente o totalmente sostituiti da prodotti secondari, cristallini o amorfi.

Calcareo (suolo =): Materiale pedologico che reagisce a freddo e con effervescenza vivace all'attacco con HCl 10% o che contiene più del 2 % di $CaCO_3$ equivalente (carbonati totali, espressi come $CaCO_3$).

Capacità di scambio cationico (C.S.C.): La somma totale dei cationi scambiabili (principalmente Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^+, H^+, Al^{+++}) - adsorbiti sulle superfici di uno scambiatore - espressa in meq/100g di materiale (suolo, argilla, humus). Recentemente è stata adottata l'espressione della CSC in cmoli (+) kg^{-1} di suolo o di argilla. Si possono distinguere le seguenti classi di CSC dello strato superficiale del profilo:

- bassa .... <10 meq/100g
- media 10-20 meq/100g
- alta 20-30 meq/100g
- molto elevata .... >30 meq/100g

Per capacità di scambio cationico effettiva si intende la somma delle basi di scambio e dell'alluminio scambiabile.

Carbonati (= totali): La somma dei diversi carbonati presenti nel suolo (setacciato a 2 mm), in parte inattivi, a causa delle dimensioni grossolane

dei granuli in cui sono contenuti, ed in parte attivi. In base al contenuto in carbonati, i suoli possono essere schematicamente così suddivisi :

Classe	**($CaCo_3$ %)**
- non calcarei	< 0,1
- molto scarsamente calcarei	0,5
- scarsamente calcarei	1,0-2,0
- calcarei	5,0
- molto calcarei	> 10,0

Carbonio (=organico): Carbonio contenuto nell'humus e nella sostanza organica in decomposizione in un orizzonte di un suolo. Viene misurato in laboratorio, mediante attacco del campione con energici ossidanti.

Chroma: Intensità o purezza di colore di un orizzonte o di una figura pedogenetica, crescente in ragione inversa alla quantità di grigio mescolato al colore di base.

C/N: Rapporto carbonio organico/azoto totale in un orizzonte del suolo. Il rapporto è un indice del grado di decomposizione della sostanza organica nei suoli naturali. Un humus ben decomposto ha un rapporto C/N compreso fra 8 e 10, mentre valori superiori del rapporto denunciano una decomposizione lenta della sostanza organica e valori inferiori, una mineralizzazione rapida.

Colluviale (deposito=colluvium): Materiale trasportato da acqua di ruscellamento diffuso, o disceso per gravità, e deposto lungo un versante o al suo piede. I depositi colluviali sono in genere costituiti da clasti di forma angolosa e con composizione correlata a quella delle formazioni geologiche affioranti a monte. Sono detti suoli colluviali quelli formatisi su tali minerali.

Colore (=di un orizzonte): Sensazione visiva della luce riflessa dalla superficie di una porzione di suolo. I colori del suolo vengono codificati per confronto con le tavole colorimetriche "Munsell Soil Color Charts", nelle quali essi sono espressi dalla combinazione di 3 variabili:

- *hue*=gamma o colore spettrale dominante, indicato da un numero intero o decimale seguito da una o due lettere maiuscole (per esempio 10YR);
- *value*=luminosità relativa del colore, indicata da un numero arabo;
- *chroma*=intensità o purezza relativa del colore, indicata da un numero arabo, separato dal precedente mediante il segno /.

Ad esempio, il colore giallo rossastro di un orizzonte sarà designato dalla sigla 7.5YR7/8 (dove 7.5YR è la *hue*, 7 il *value*, 8 il *chroma*).

Concrezione: Corpo coerente, di genesi geologica o pedologica, costituito da sostanze distribuite concentricamente attorno ad un nucleo. Le concrezioni possono essere carbonatiche, gessose, ferro-manganesifere, ferruginose, saline.

Conducibilità (= elettrica del suolo): Proprietà, di un campione di suolo, di trasmettere la corrente elettrica. Viene espressa in dS/m o in mS/cm (v. salinità).

Decarbonatazione: Dissoluzione chimica dei carbonati negli orizzonti del suolo e/o nelle rocce carbonatiche sottostanti ad esso, per azione di acque meteoriche ricche di CO_2. Il carbonato passa allo stato di bicarbonato solubile e viene rimosso per lisciviazione.

Diagnostico (orizzonte =) (carattere =): Orizzonte o proprietà chimica, fisica, morfologica (colori, profondità, volumi, densità, ecc.), definiti qualitativamente e quantitativamente, e ritenuti, nelle classificazioni tassonomiche, essenziali per la identificazione del tipo di suolo.

Districo: Designazione (secondo FAO Revised Legend) di un suolo avente un tasso di saturazione basica inferiore al 50 %, fra 20 e 50 cm di profondità.

Eluviale (orizzonte =): Orizzonte fisicamente e chimicamente impoverito dalla perdita di sostanze che hanno subito una rimozione, in soluzione o in sospensione, e che sono state accumulate in orizzonti sottostanti o sono state allontanate con le acque di percolazione.

Eluviazione: Migrazione, discendente o obliqua, di sostanze in sospensione o soluzione, all'interno del profilo, con conseguente formazione di un orizzonte eluviale, sovrapposto ad un orizzonte illuviale. Gli AA. francesi considerano l'eluviazione (lixiviation) un fenomeno di discesa lungo il profilo di sali solubili (nitrati, solfati, bicarbonati di Ca, Mg, K), con conseguente decarbonatazione (a pH elevati) o decalcificazione (se l'ambiente non è calcareo).

Eutrico: Designazione (secondo FAO Revised Legend) di un suolo con

tasso di saturazione basica di almeno il 50 % e privo di carbonati, fra 20 e 50 cm di profondità.

Fluviale (deposito =): Sedimento depositato da un corso d'acqua e composto da materiali a diversa granulometria, da finissima a grossolana, con giacitura orizzontale e generalmente stratificata.

Fluvioglaciale (deposito =): Insieme di materiali trasportati da ghiacciai e quindi ripresi e risedimentati da corsi d'acqua alimentati dallo scioglimento dei ghiacci. La composizione granulometrica evidenzia la presenza di clasti isolati, di dimensioni elevate, immersi in una matrice fine.

Geomorfologia: La descrizione e l'interpretazione del rilievo terrestre attuale, alla luce della sua evoluzione. Per estensione il termine è anche usato come sinonimo di rilievo terrestre. Gli studi ed i rilevamenti geomorfologici costituiscono la base per la redazione delle carte geomorfologiche.

Gley: Termine della lingua russa, significante, letteralmente: massa di suolo fangoso. Si tratta di un orizzonte formatosi nella zona di oscillazione o di ristagno della falda freatica. Tali oscillazioni creano alternativamente condizioni di aerobiosi e di anaerobiosi. Durante le prime il Fe precipita in forma ferrica, producendo screziature ferruginose; durante le seconde precipita in forma ferrosa, concentrandosi in screziature e macchie verdastre o bluastre.

Granulometria: Suddivisione in classi dimensionali delle particelle minerali del suolo, dopo eliminazione della sostanza organica e dei sali di calcio e solubilizzazione degli ossidi e idrossidi di Fe e Al. Se la granulometria è riferita all'intero campione di suolo - inclusi gli elementi di diametro superiore a 2 mm - essa corrisponde alla "particle size".

Hue: Gamma o colore spettrale dominante di un orizzonte o di una figura pedogenetica, codificato da un numero associato ad una o due lettere maiuscole.

Humus: Sostanza colloidale amorfa di colore da giallo bruno scuro fino a nero, prodotta dalla trasformazione dei materiali organici del suolo e successiva resintesi polimerizzazione. Può essere parzialmente estratta dal suolo e frazionata nei suoi componenti: acidi umici, acidi fulvici, umina.

La frazione più resistente alla biodegradazione è quella legata alle argille, dalle quali non è separabile per via meccanica.

Illuviale (orizzonte =): Orizzonte arricchito da sostanze provenienti da orizzonti soprastanti. Tali sostanze possono essere: argilla, ferro, alluminio, humus, sesquiossidi, carbonati, sali solubili (cloruri, solfati), isolatamente, in combinazione o congiuntamente.

Illuviazione: Movimento di sostanze diverse attraverso il profilo pedologico, da un orizzonte soprastante, che ne risulta impoverito, ad uno sottostante, che ne viene arricchito.

Immaturo (suolo =): Suolo costituito da orizzonti a deboli caratteri evolutivi o privi di orizzonti distinti, a causa della breve durata dei processi pedogenetici che vi si sono svolti. Un tale suolo non ha ancora raggiunto lo stadio di equilibrio (climax) con l'ambiente circostante.

Incoerente (materiale =): Materiale del suolo - privo di struttura, molto friabile, soffice o sciolto - la cui massa, una volta rotto, risulta formata per oltre il 50 % di distinte particelle minerali.

Legenda (= della carta pedologica): Schema illustrante le unità cartografiche della carta pedologica.

Lettiera: Lo strato di superficie di un suolo forestale, costituito da materiali vegetali freschi, quali foglie, aghi, rami, fusti, cortecce e frutti.

Limo: Materiale composto da granuli di dimensioni comprese fra 2 e 50 micron. Si distingue in limo fine (da 2 a 20 micron) e limo grossolano (da 20 a 50 micron).

Liscivazione: Processo di trascinamento meccanico, da parte dell'acqua gravitazionale ed in condizioni di pH debolmente acido - o decisamente acido, ma con scarsa aerazione - delle particelle fini disperse (argille e ossidi di ferro a queste legati), dagli orizzonti superiori eluviali dagli orizzonti profondi illuviali, dove l'argilla può formare argillans e costituire un orizzonte argillico.

Mineralizzazione: In generale: il passaggio di un elemento chimico da una forma organica ad una inorganica, per azione di microrganismi. In

particolare, il termine significa lo stadio finale della biodegradazione dell'humus a sostanze minerali, sotto l'influenza dei microrganismi del suolo. Quando la trasformazione avviene in ambiente areato, i costituenti carboniosi si mineralizzano, producendo, allo stadio finale, CO_2, mentre l'azoto organico si mineralizza mediante processi di ammonizzazione e nitrificazione.

Moder: Tipo di humus caratteristico dei suoli evoluti sotto foreste di latifoglie o sotto prateria alpina. È areato e moderatamente evoluto. Mostra un grado medio di incorporazione dell'argilla con la sostanza organica, poco trasformata. Possiede un rapporto C/N di 15-25 e pH intorno a 4. Può essere di tipo zoogenico (prodotto da attività della mesofauna terricola), micogenico (dominato da funghi aerobi) e intermedio.

Mor: Humus aerato e poco evoluto, caratteristico di suoli sviluppati sotto foreste di conifere. In esso la sostanza organica è debolmente incorporata alla frazione minerale. Il rapporto C/N è superiore a 25 ed il pH è di circa 3,5.

Mull: Humus di suoli coperti da foresta di latifoglie, o talora da vegetazione di steppa e prateria. Aerato e poco evoluto, mostra un'elevata incorporazione della sostanza organica alla frazione minerale entro complessi argillo-umici. Possiede un rapporto C/N di 10-15 ed un pH variabile fra 5,5 (sotto latifoglie), 7,5 (steppa) e 8,0 (querceto su suoli calcarei).

Munsell (= Soil Color Charts): Codice internazionale di definizione del colore di orizzonti e figure pedogenetiche del suolo. Il colore viene definito da tre variabili:
- *hue* o colore spettrale dominante (definito da una sigla numerica e letterale; p. es.: 10YR);
- *value* o luminosità (sigla numerica);
  chroma o purezza (sigla numerica).

Orizzonte (= genetico): Orizzonte definito attraverso valutazioni qualitative concernenti i processi e le trasformazioni avvenute nel corso del processo pedogenetico.

Orizzonte (= pedologico): Strato di materiale, grossolanamente pa-

rallelo alla superficie del terreno, prodotto dalla pedogenesi attraverso alterazione chimica e disgregazione fisica della roccia, con incorporazione della sostanza organica alla frazione minerale.

Parentale (materiale =): Roccia o sedimento (sciolto o consolidato) da cui è derivato un certo suolo. Il materiale parentale (o roccia madre) non deve essere confuso con il substrato pedologico. Il primo, infatti, ha fornito le sostanze solide da cui il suolo ha tratto origine e può essere talvolta identico al substrato ancora attualmente conservato; il secondo è semplicemente la roccia o il sedimento giacenti sotto il suolo, i quali possono essere anche molto diversi dal materiale a spese del quale il suolo si è formato.

Pedogenesi: L'insieme dei processi chimici, fisici e biologici che trasformano progressivamente un materiale parentale in un suolo. (v. fattori pedogenetici)

Pedogenetici (fattori =): I vari agenti naturali (clima, roccia, organismi viventi, rilievo, tempo) - che intervengono in genere simultaneamente a coppie ed a gruppi - responsabili della formazione del suolo.

Percolazione: Passaggio di un liquido attraverso un corpo poroso. In senso pedologico, il passaggio attraverso il suolo, dall'alto al basso, dell'acqua di precipitazione, di irrigazione o di scioglimento glaciale o nivale, insieme ai suoi soluti.

pH (= del suolo): Misura della acidità o della alcalinità di un suolo, espressa dal logaritmo decimale dell'inverso della concentrazione in ioni H^+. La misura viene generalmente effettuata su una sospensione di suolo in acqua. Il pH dei suoli può variare fra 2,0 (eccezionalmente meno di 2,0) e 11, ma più comunemente oscilla fra 3,5 e 9,0. Nei suoli acidi la misura viene anche effettuata in soluzione di KCl 1N. La differenza pH (H_20)-pH (KCl) = pH (generalmente compresa fra 0,5 e 1,5) è correlata all'acidità di scambio.

Pietrosità (= interna di un orizzonte): (v. scheletro)

Pietrosità (= superficiale): Superficie percentuale del terreno occupata da pietre e frammenti rocciosi, di diametro superiore a 2 mm. Le classi di pietrosità (ingombro) di una superficie sono le seguenti:

- < 0,1 % occupato da pietre (pietrosità scarsa o nulla)
- 0,1-3 % (pietrosità moderata)
- 3-15 % (pietrosità comune)
- 15-50 % (pietrosità elevata)
- > 50 % (pietrosità eccessiva)

Si distinguono le seguenti classi dimensionali:

- Ø > 25 cm (pietre grandi)
- 7,5-25 cm (pietre medie)
- Ø < 7,5 cm (pietre piccole)

Vengono inoltre descritte le forme (arrotondamento e sfericità) e la composizione petrografica delle pietre.

Processi (= pedogenetici): L'insieme delle trasformazioni chimiche, fisiche e biologiche che trasformano una roccia madre in un suolo, per azione dei fattori della pedogenesi.

Profilo (= pedologico): Successione verticale - estesa fino al substrato pedologico - di orizzonti, risultanti da trasformazioni, migrazioni o spostamenti, in genere verticali, di elementi costitutivi del suolo. Il profilo viene messo a nudo con lo scavo di una fossa di adeguate dimensioni e profondità, per osservarne la morfologia interna, derivante dal suo sviluppo genetico-evolutivo, e per prelevarne campioni per le analisi di laboratorio.

Profondità (= utile per le radici): Distanza fra la superficie e strati del suolo in cui fattori fisici e/o chimici ostacolano lo sviluppo in profondità degli apparati radicali della maggior parte delle colture agrarie. Sono considerati fattori limitanti lo sviluppo degli apparati radicali: roccia coerente dura o soffice; fragipan; orizzonte petrocalcico e altri orizzonti impenetrabili; falda permanente e gley; materiali esclusivamente scheletrici, sabbiosi o sabbioso-scheletrici; orizzonti a granulometria fortemente contrastante rispetto a quella degli orizzonti soprastanti. Il tipo di struttura ed il diverso grado di consistenza esercitano un'influenza significativa sulla possibilità di sviluppo degli apparati radicali. Si distinguono le seguenti classi di profondità dei suoli:

classi	profondità
- molto sottili	(< 25 cm)
- sottili	(25-50 cm)
- moderatamente profondi	(50-100 cm)
- profondi	(100-150 cm)
- molto profondi	(> 150 cm)

Reazione (= del suolo): Grado di acidità o di alcalinità del suolo, espresso quantitativamente dal valore numerico del pH. Si distinguono le seguenti classi di reazione:
pH(H_2O)

< 4,5	suoli molto acidi
4,5 - 5,5	suoli acidi
5,6 - 6,5	suoli subacidi
6,6 - 7,3	suoli neutri
7,4 - 7,8	suoli subalcalini
7,9 - 8,4	suoli alcalini
8,5 - 9,0	suoli molto alcalini
> 9,0	suoli estremamente alcalini

Roccia madre: Roccia, dura o sciolta, da cui si ritiene derivi, direttamente o attraverso un'alterite, un certo suolo.

Rocciosità: Percentuale della superfice del suolo occupata da affioramenti rocciosi, in un raggio di circa 100 m dalla stazione pedologica. Si considerano le seguenti classi di rocciosità del sito:

- nessun affioramento .... (meno del 2% della superfice è occupato da roccia)
- poco roccioso .... (2-10% occupato da roccia)
- roccioso .... (10-25% occupato da roccia)
- molto roccioso .... (25-50% occupato da roccia)
- estremamente roccioso .... (50-90% occupato da roccia)
- roccia affiorante prevalente .... (oltre il 90% occupato da roccia)

Sabbia: Granuli di dimensioni comprese fra 50 micron e 2 mm, nel suolo o in una roccia incoerente. Si distinguono le seguenti frazioni:

classi	diametro (mm)
-sabbia molto grossolana	2,0 - 1,0
- sabbia grossolana	1,0 - 0,5
- sabbia media	0,5 - 0,25
- sabbia fine	0,25 - 0,10
- sabbia molto fine	0,10 - 0,05

Saturazione basica (tasso di =): Rapporto percentuale fra la somma dei cationi alcalini e alcalino-terrosi (Ca,Mg,Na,K) - espressa in meq/ 100g o in cmoli (+) kg-1 di suolo - fissati sul complesso di adsorbimento, e la capacità di scambio cationico - ugualmente espressa - ossia la quantità massima di cationi che 100 g di suolo possono adsorbire. È indicato con l'acronimo TSB o, meno frequentemente, G.S.B. (grado di saturazione basica).

Scheletro: Frammenti rocciosi e pietre, di diametro superiore a 2 mm, contenuti nel profilo pedologico. Lo scheletro viene quantitativamente così espresso (in volume rispetto all'orizzonte):

- assente .... (< 1 %)
- scarso .... (1-5 %)
- comune .... (5-15 %)
- frequente .... (15-35 %)
- abbondante .... (35-70 %)
- molto abbondante .... (> 70 %)

Le classi di dimensioni significative sono le seguenti:

- molto grandi .... (0>500 mm)
- grandi .... (250-500 mm)
- medie .... (75-250 mm)
- piccole .... (20-75 mm)
- molto piccole .... (2-20 mm)

Ai fini della definizione della famiglia di appartenenza del suolo, assume particolare significato la granulometria dei materiali di diametro inferiore a 75 mm, mentre, ai fini della gestione pratica dei suoli, vanno riconosciuti il tipo e l'eventuale sottotipo litologico dominanti lo scheletro.

Screziatura: Zona, in un orizzonte del suolo, di colore differente di almeno un punto di *value* e/o di *chroma* rispetto al colore dominante della massa. La genesi delle screziature è essenzialmente riconducibile ad al-

ternanze stagionali di stati di inumidimento (fino alla saturazione idrica ed all'anaerobiosi) e di disseccamento nel profilo. La abbondanza delle screziature viene così stimata:

- assenti
- scarse .... (< 2 % del volume dell'orizzonte)
- comuni .... (2-20 %)
- abbondanti .... (20-40 %)
- molto abbondanti .... (> 40 %)

Le classi dimensionali sono:

- estremamente piccole .... (Ø < 1 mm)
- molto piccole .... (1-2 mm)
- piccole .... (2-5 mm)
- medie .... (5-15 mm)
- grandi .... (Ø > 15 mm)

Il contrasto cromatico con la matrice può essere:

- debole
- distinto
- marcato

Il limite fra screziature e matrice può essere:

- netto
- chiaro
- diffuso

In aggiunta, anche la forma delle screziature può essere descritta e possono essere individuate anche screziature secondarie, morfologicamente distinte dalle principali.

Sostanza organica: Insieme dei materiali di origine organica, principalmente vegetale, provenienti dalla flora naturale o dalle concimazioni ed accumulatesi soprattutto negli orizzonti superficiali del profilo pedologico. Dalla trasformazione di questi materiali prende origine l'humus.

Struttura (= di un orizzonte): Organizzazione spaziale delle particelle minerali e organominerali del suolo (sostenuta da interazioni con ioni e cementi organici ed inorganici) in aggregati. Questi ultimi sono dotati di specifiche forme e dimensioni, con diverso grado di distinguibilità. Le

più comuni forme strutturali sono: lamellare, prismatica, colonnare, poliedrica, granulare, grumosa. Le strutture possono suddividersi, per forma e dimensioni degli aggregati, nel modo seguente:

- struttura lamellare, grumosa e granulare
  - fine .... (0-2 mm)
  - media .... (2-5 mm)
  - grossolana .... (5-10 mm)
  - molto grossolana .... (> 10 mm)
- struttura poliedrica angolare e subangolare
  - fine .... (0-10 mm)
  - media .... (10-20 mm)
  - grossolana .... (20-50 mm)
  - molto grossolana .... (> 50 mm)
- struttura prismatica
  - fine .... (0-20 mm)
  - media .... (20-50 mm)
  - grossolana .... (50-100 mm)
  - molto grossolana .... (> 100 mm).

Nella descrizione viene considerato anche il grado di sviluppo (debole, moderato, forte).

Substrato pedologico: Roccia compatta o incoerente situata sotto il solum e con la quale quest'ultimo ha una incerta relazione genetica

Tessitura (= del suolo): Porzione relativa delle particelle minerali, di diametro inferiore a 2 mm, costituenti la cosiddetta "terra fine" del suolo. La tessitura viene determinata mediante analisi granulometriche di laboratorio oppure viene stimata al tatto in campagna.

Tessiturale (classe =): Combinazione quantitativa specifica di sabbia, limo e argilla costituenti la terra fine di un campione di suolo. Le 12 classi tessiturali previste dal USDA sono le seguenti (in parentesi le sigle dei codici ERSAL):
- sabbiosa (S)
- sabbioso-franca (SF)
- limosa (L)
- franco-sabbiosa (FS)
- franca (F)

- franco-limosa (FL)
- franco-sabbioso-argillosa (FSA)
- franco-argillosa (FA)
- franco-limoso-argillosa (FLA)
- argilloso-sabbiosa (AS)
- argilloso-limosa (AL)
- argillosa (A)

Torba: Deposito di materiali organici, prevalentemente vegetali, a decomposizione e umificazione rallentate dalle condizioni di scarsa aerazione interna e di saturazione idrica permanente o semipermanente.

Umidità (= del suolo): Quantità d'acqua contenuta in un volume unitario di suolo secco all'aria. Può determinarsi in laboratorio come rapporto fra il peso del suolo essicato all'aria ed il peso del suolo essicato a 105° C. I diversi stati di umidità del suolo, stimati in campagna, possono esprimersi nelle seguenti classi:
- secco (acqua trattenuta ad una tensione corrispondente al punto di appassimento);
- poco umido;
- umido (acqua trattenuta ad una tensione corrispondente alla capacità di campo);
- molto umido;
- bagnato (acqua libera; eventuale presenza della falda).

Umificazione: Insieme dei processi di trasformazione in humus dei materiali organici freschi, sotto l'influenza dei microrganismi del suolo e attraverso ossidazioni, condensazioni, polimerizzazioni, ecc.

Value: Luminosità relativa del colore di un orizzonte pedologico o di una figura pedogenetica.

Bibliografia

AA. VV., s. d. - *Studio dei caratteri pedologici del bacino del Torrente Slizza.* - Acquater, Regione Friuli-Venezia Giulia, 48 pp.

AA.VV., 1993 - *La tutela del Paesaggio nel Friuli-Venezia Giulia.* - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione regionale della pianificazione territoriale, vol. I, 248 pp.

ANTONIETTI A., 1968 - *Le associazioni forestali dell'orizzonte submontano del Canton Ticino su substrati pedogenetici ricchi di carbonati.* - Dissertazione n. 4191, Politecnico Federale Svizzero, Zurigo, 226 pp.

BASSATO G., 1981 - *Valore pedogenetico delle rocce madri del territorio veneto.* – Università degli studi di Padova, Istituto di Ecologia e Selvicoltura, 20 pp.

BERNETTI G., 1986 - *La descrizione generale del complesso assestamentale* In: *Nuove metodologie nella elaborazione dei piani di assestamento dei boschi.*- I.S.E.A., Bologna, 319-344.

BIONDI E., 1996 - *La geobotanica nello studio ecologico del paesaggio.*- Ann. Acc. Ital. Sc. For., vol. 45, Firenze 1-39.

BOSELLINI A., MUTTI E., RICCI LUCCHI F., 1994 - *Rocce e successioni sedimentarie.* - U.T.E.T., Torino, 395 pp.

CANIGLIA G., PAIERO P., 1974 - *I suoli di alcune stazioni a* Salix *nell'Alto bacino del torrente Cellina.* - Monti e Boschi, n. 3, 31-42.

CAPPELLI M., 1972 - *Fertilità stazionale e classificazioni pedologiche.* - Monti e Boschi, n. 1, 33-40.

CARMEAN W. H., 1976 - *Soil conditions affect growth of hardwoods in shelterbelts.* - USDA Forest Service, Research n. 204, 1-4.

CARMEAN W. H., 1977 - *Site classification for northern forest species.* - USDA Forest Service General Technical Report, Research NE-29, 20 pp.

CAVALLIN A., MARTINIS B., BIANUCCI G., GIORDANO A., OLIVIERI F., POLDINI L., 1982 - *Studio ambientale del territorio di Ragogna (Friuli): elaborazioni cartografiche.* - C.N.R., Progetto Finalizzato Promozione della qualità dell'ambiente, AQ/1/207-219, 51 pp.

CHRISTODOULOU M., NAKOS G., 1990 - *An approch to comprehensive land use planning* - Jour. Envirom. Management, 39-46.

COMEL A., 1972 - *Il terreno.* - Edagricole, Bologna.

COMEL A., 1937 - *Elementi di pedologia climatica.* - Udine.

CREMASCHI M., RODOLFI G., 1991 - *Il suolo.* - La Nuova Italia Scientifica, Firenze, 427 pp.

DEL FAVERO R., POLDINI L., BORTOLI P. L., DREOSSI G. F., LASEN C., VANONE G., 1998 - *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia.* - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione regionale delle foreste, Udine.

DELL'AGNOLA G., 1981 - *Importanza del terreno nell'analisi della stazione forestale.* - Economia Montana, n. 11, 21-25.

DESIO A., 1973 - *Geologia applicata alla ingegneria.* - Hoepli, Milano, 1193 pp.

DI BONA D., 1993 - *Appunti di pedologia.* - Zielo/Università, Padova, 164 pp.

DISSEGNA M., MARCHETTI M., VANNICELLI CASONI L., 1997 - *I sistemi di terre nei paesaggi forestali del Veneto.* - Regione del Veneto, Direzione Foreste e dell'Economia Montana-Italeco s.p.a., Venezia., 151 pp.

DUCHAUFOUR P., 1965 - *Précis de Pédologie.* - Masson, Paris.

DUCHAUFOUR P., SOUCHIER B., 1983 - *Pédologie, 1-Pédogenèse et classification.* - Masson, Paris.

FAO-UNESCO, 1990 - *Soil map of the world. Revised legend.* - World Soil Resources, Report n. 60, Roma.

FORNACIARI G., 1968 - *Aspetti floristici e fitosociologici della laguna di Grado e del suo litorale.* - Acc. Sc. Lettere e Arti, Udine, 197 pp.

HÄPPLUND B., 1981 - *Evaluation of forest site productivity.* - Forestry Abstracts Review Article, vol. 42, n.11, 515-527.

MANCINI F., 1955 - *Delle terre brune d'Italia.* - Ann. Acc. Ital. Sc. For., vol. III, Firenze, 253-326.

MANCINI F., 1959 - *I terreni della foresta di Paneveggio.* - Ann. Acc. Ital. Sc. For., vol. VIII, Firenze, 373-454.

MARINCEK L., POLDINI L., ZUPANCIC M., 1983 - Ornithogalo pyrenaici - Carpinetum *ass. nova in Slowenien und Friaul-Julisch Venetien.* - Razprave, 24/5, 261-328.

MARTINIS B., 1971 - Geologia e dissesti. In: Carta della montagna. Monografie regionali: Friuli-Venezia Giulia. - vol. II, n. 6, Ministero Agricoltura e Foreste, Roma, 45-106.

McRAE S., 1991 - *Pedologia pratica.* - Zanichelli, Bologna, 279 pp.

MICHELUTTI G., GOTTARDO E., 1997 - *Inventario sullo stato dei suoli forestali del Friuli-Venezia Giulia.* - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione regionale delle foreste-ERSA, Udine, 82 pp.

MICHELUTTI G., MION T., BULFONI D., MENEGON S., BELLANTONE P., DELUISA A., BELLI D., 1997 - *Inventario sullo stato dei suoli forestali della Regione Friuli-Venezia Giulia.* - Edizione interna, ERSA, Udine, 31 pp.

MONDINO G. P., SALANDIN R., TERZUOLO P. G., GRIBAUDO L., 1997 - *Tipologie forestali dei boschi piemontesi.* In: *Le tipologie forestali nell'ambito della Pianificazione forestale in Piemonte.* - II parte, Regione Piemonte, I.P.L.A., Torino, 48-382.

NAKOS G., 1984 - *Relationships of bio-climatic zones and lithology with various characteristics of forest soils in Greece.* - Plant and Soil, 101-121.

PAIERO P., 1965 - *I boschi della bassa pianura friulana.* - Ann. Acc. Ital. Sc. For., 137-164.

PAIERO P., CANDIDI-TOMMASI R., CANIGLIA G., 1975 - *Il bosco "bandito" di Cleulis (Paluzza): fustaia di faggio derivata dall'invecchiamento naturale di un ceduo matricinato.* - Monti e Boschi, n. 4, 1-13.

PERSICANI D., 1989 - *Elementi di scienza del suolo.* - Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 478 pp.

POLDINI L., 1969 - *Le pinete di pino austriaco delle Alpi Carniche.* - Boll. Soc. Adriatica di Sc., Trieste, vol. LVII, n. 45, 3-65.

POLDINI L., 1989 - *La vegetazione del Carso Isontino e Triestino.* - Ed. LINT, Trieste, 313 pp.

POLI G., SCARELLI M., GISOTTI G., 1994. - *I paesaggi geologici italiani* (1). - Verde Ambiente, n.2, 2-8.

POLUNIN O., WALTERS M., 1987 - *Guida alla vegetazione d'Europa.* - Zanichelli, Bologna, 232 pp.

PREVITALI F., 1994 - *Glossario pedologico.*- ERSAL., Milano, 94 pp.

PRINCIPI P., 1953 - *Geopedologia.* - Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma.

PRINCIPI P., 1955 - *I terreni forestali.* - Ann. Acc. Ital. Sc. For., Firenze, 145-167.

PYATT D. G., SUAREZ J. C., 1997 - *An ecological site classification for forestry in Great Britain.* - Forestry Commission, Tech. Paper n. 20, 96 pp.

RASIO R., VIANELLO G., 1995 - *Classificazione e cartografia del suolo.*- Ed. Clueb, Bologna.

RONCHETTI G., PIZZOLLI I., 1986 - *I suoli.* In: *Suoli, vegetazione e foreste del Prescudin.* - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Azienda delle foreste e Direzione regionale delle foreste, Udine, 29-58.

SOIL SURVEY STAFF, 1975 - *Soil Taxonomy.*- in "Agriculture Handbook, N. 436, Washington. Tassonomia del suolo, nella traduzione italiana a cura di C. Giovagnotti. Edagricole, Bologna.

STEFANELLI A., 1967 - *Il pino nero nelle Alpi Orientali.* - Tip. Arti Grafiche Friulane, Udine, 143 pp.

STEFANELLI S., 1992 - *Caratteri bio-ecologici e selvicolturali della pineta di Lignano.* - Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, a. a. 1991/92, 115 pp.

VALUSSI G., 1977 - *L'ambiente geografico generale.* In: *Enciclopedia monografica del Friuli-Venezia Giulia.* - vol. 1, Arti Grafiche Friulane, Udine, 19-58.

WOLF U., 1993 - *Suoli e processi pedogenetici negli ambienti forestali d'altitudine sulle Alpi.* - Atti XXX Corso di Cultura in Ecologia, Centro studi per l'ambiente alpino, S. Vito di Cadore, 35-53.

ZANELLA A., SARTORI G., CALABRESE M. S., NICOLINI G., MANCABELLI A., 1997 - *Verso una tipologia delle faggete ed abieti-faggete del Trentino.* - Monti e Boschi, n. 3, 14-19.